

VIDA NA ÁGUA

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

Fabiola Helena dos Santos Fogaça
Angela Aparecida Lemos Furtado
Carlos Alberto da Silva
Marcos Tavares-Dias
Eric Arthur Bastos Routledge

Editores Técnicos



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 14

VIDA NA ÁGUA

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA

*Fabiola Helena dos Santos Fogaça
Angela Aparecida Lemos Furtado
Carlos Alberto da Silva
Marcos Tavares-Dias
Eric Arthur Bastos Routledge*

Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2018

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa
Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
CEP 70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4433
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo
Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas

Coordenação técnica da Coleção ODS
Valéria Sucena Hammes
André Carlos Cau dos Santos

Comitê Local de Publicações

Presidente
Renata Bueno Miranda

Secretária-executiva
Jeanne de Oliveira Dantas

Membros
Alba Chiesse da Silva
Assunta Helena Sicoli
Ivan Sergio Freire de Sousa
Eliane Gonçalves Gomes
Cecília do Prado Pagotto
Claudete Teixeira Moreira
Marita Féres Cardillo
Roseane Pereira Villela
Wyviane Carlos Lima Vidal

Responsável pela edição
Secretaria-Geral

Coordenação editorial
Alexandre de Oliveira Barcellos
Heloiza Dias da Silva
Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial
Wyviane Carlos Lima Vidal

Revisão de texto
Everaldo Correia da Silva Filho
Maria Cristina Ramos Jubé

Normalização bibliográfica
Iara Del Fiaco Rocha

Projeto gráfico e capa
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Tratamento das ilustrações
Paula Cristina Rodrigues Franco

1ª edição
E-book (2018)
Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa

Vida na água : contribuições da Embrapa / Fabíola Helena dos Santos Fogaça ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

PDF (77 p.) : il. color. (Objetivos de desenvolvimento sustentável / [Valéria Sucena Hammes ; André Carlos Cau dos Santos] ; 14).

ISBN 978-85-7035-794-6

1. Recursos pesqueiros. 2. Ecossistemas marinhos. 3. Biotecnologia marinha. I. Fogaça, Fabíola Helena dos Santos. II. Furtado, Angela Aparecida Lemos. III. Silva, Carlos Alberto da. IV. Tavares-Dias, Marcos. V. Routledge, Eric Arthur Bastos. V. Coleção.

CDD 372.357

Autores

Alexandre Kemenes

Biólogo, doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

Alexandre Nizio Maria

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Alitieni Moura Lemos Pereira

Tecnóloga em Aquicultura, doutora em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

Angela Aparecida Lemos Furtado

Engenheira química, doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Angela Puchnick-Legat

Oceanóloga, doutora em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

Carlos Alberto da Silva

Oceanógrafo, doutor em Geociências, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Diego Neves de Sousa

Bacharel em Gestão de Cooperativas, mestre em Extensão Rural, analista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Eric Arthur Bastos Routledge

Biólogo, mestre em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Fabio Mendonça Diniz

Engenheiro de pesca, Ph.D. em Genética Molecular, pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Zootecnista, doutora em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Hamilton Hisano

Zootecnista, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Hellen Christina de Almeida Kato

Médica-veterinária, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Izabela Miranda de Castro

Química, Ph.D. em Geoquímica Orgânica Molecular, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Jefferson Francisco Alves Legat

Oceanólogo, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

Marcos Tavares-Dias

Biólogo, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

Paulo César Falanghe Carneiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Samuel Rezende Paiva

Biólogo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF

Sidinéia Cordeiro de Freitas

Engenheira química, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Apresentação

A Agenda 2030, lançada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, é poderosa e mobilizadora. Seus 17 objetivos e 169 metas buscam identificar problemas e superar desafios que têm eco em todos os países do mundo. Por serem interdependentes e indivisíveis, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) demonstram com clareza, para quem se debruça sobre eles, o que é a busca por sustentabilidade.

Refletir e agir sobre essa Agenda é uma obrigação e uma oportunidade para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A busca incessante por uma agricultura sustentável está no cerne de uma instituição dedicada à pesquisa e à inovação agropecuária. E a agricultura sustentável é um dos temas mais transversais aos 17 objetivos. Esta coleção de e-books, um para cada ODS, ajuda a sociedade a perceber a importância da agricultura e da alimentação para cinco dimensões prioritárias – pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias –, os chamados 5 Ps da Agenda 2030.

A coleção é parte do esforço para disseminar a Agenda 2030 na Instituição, ao mesmo tempo em que apresenta para a sociedade global algumas contribuições disponibilizadas pela Embrapa e parceiros com potencial para impactar as realidades expressas nos ODS. Conhecimentos, práticas, tecnologias, modelos, processos e serviços que já estão disponíveis podem ser utilizados e replicados em outros contextos a fim de apoiar o alcance das metas e o avanço dos indicadores da Agenda.

O conteúdo apresentado é uma amostra das soluções geradas pela pesquisa agropecuária na visão da Embrapa, embora nada do que tenha sido compilado nestes e-books seja fruto do trabalho de uma só instituição. Todos fazem parte do que está compilado aqui – parceiros nas universidades, nos institutos de pesquisa, nas organizações estaduais de pesquisa agropecuária, nos órgãos de assistência técnica e extensão rural, no Legislativo, no setor produtivo agrícola e industrial, nas agências de fomento à pesquisa, nos órgãos federais, estaduais e municipais.

Esta coleção de e-books é fruto de um trabalho colaborativo em rede, a Rede ODS Embrapa, que envolveu, por um período de 6 meses, cerca de 400 pessoas, entre editores, autores, revisores e grupo de suporte. O objetivo desse trabalho inicial foi demonstrar, na visão da Embrapa, como a pesquisa agropecuária pode contribuir para o cumprimento dos ODS.

É um exemplo de produção coletiva e de um modo de atuação que deve se tornar cada vez mais presente na vida das organizações, nas relações entre público, privado e sociedade civil. Como tal, a obra traz uma diversidade de visões sobre o potencial de contribuições para diferentes objetivos e suas interfaces. A visão não é homogênea, por vezes pode ser conflitante, assim como a visão da sociedade sobre seus problemas e respectivas soluções, riqueza captada e refletida na construção da Agenda 2030.

Estes são apenas os primeiros passos na trajetória resoluta que a Embrapa e as instituições parceiras desenham na direção do futuro que queremos.

Maurício Antônio Lopes
Presidente da Embrapa

Prefácio

O presente e-book tem como finalidade a apresentação das pesquisas desenvolvidas pelas Unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e seus parceiros no que diz respeito ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14) da Organização das Nações Unidas (ONU), intitulado *Vida na água*. Esse ODS está inserido num conjunto de 17 objetivos pactuados, em 2015, pelos estados-membros da ONU, por meio de um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

Este e-book foi dividido em seis capítulos. No [primeiro capítulo](#), é feita uma contextualização de como foi elaborada essa Agenda, quais são os problemas que o ODS 14 pretende resolver até 2030 e suas 11 metas pactuadas, que incluem a redução da poluição marinha e o gerenciamento de forma sustentável dos ecossistemas marinhos e costeiros, por meio da conservação de zonas costeiras, consideradas os berçários da vida marinha. Além disso, é realizada uma breve descrição do panorama brasileiro e o histórico de atuação da Embrapa nas metas propostas para esse ODS.

No [Capítulo 2](#), cujo título é *Atual situação dos mares, oceanos e regiões costeiras*, é feita uma análise dos problemas enfrentados para a sustentabilidade dos oceanos e mares no mundo e, mais especificamente, no Brasil; da ocupação desordenada, da poluição, do desmatamento, que afetam a vida na água. É descrito como várias espécies marinhas estão desaparecendo nos mares, rios e mangues, mesmo após a criação de áreas de conservação e de programas voltados à preservação ambiental no Brasil.

O [Capítulo 3](#), *Conservação, uso e gestão de recursos e ecossistemas marinhos*, aborda a atuação da Embrapa, em parceria com instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nacionais e internacionais, no avanço do conhecimento científico e na transferência de tecnologias, de forma a melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para a sustentabilidade de países em desenvolvimento (metas 14.a, 14.1, 14.2, 14.4 e 14.5).

O [Capítulo 4](#), *Uso sustentável dos mares para soberania alimentar*, mostra como a aquicultura marinha poderá contribuir para o aumento na oferta de alimentos para a população mundial. São descritas as ações, projetos e resultados de pesquisa da Embrapa e seus parceiros para o alcance da meta 14.7 – Aumentar os benefícios econômicos para os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países de menor desenvolvimento relativo, a partir do uso sustentável dos

recursos marinhos, inclusive por meio de uma gestão sustentável da pesca, aquicultura e turismo¹.

No [Capítulo 5](#), *Desenvolvimento sustentável da pesca*, é feita uma descrição de como a Embrapa, em parceria com diversas instituições, vem atuando no desenvolvimento de projetos e ações para aumentar o conhecimento científico, melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento socioeconômico do País por meio da pesca artesanal e suas vertentes. Além disso, são citadas as ações que visam à conscientização dos pescadores artesanais de pequena escala para o uso sustentável dos recursos marinhos.

No [Capítulo 6](#), *Avanços e desafios futuros*, é feita uma síntese dos problemas levantados ao longo deste e-book e as soluções apresentadas. Qual é o papel da Embrapa na conservação e no uso dos mares e oceanos e como esse compromisso está apresentado no Plano Diretor da Empresa.

Editores Técnicos

¹ Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods14/>>.

Sumário

Capítulo 1

- 11** Vida na água: conservação e uso responsável dos mares, oceanos e ambientes costeiros

Capítulo 2

- 21** Atual situação dos mares, oceanos e regiões costeiras

Capítulo 3

- 31** Conservação, uso e gestão de recursos e ecossistemas marinhos

Capítulo 4

- 47** Uso sustentável dos mares para soberania alimentar

Capítulo 5

- 59** Desenvolvimento sustentável da pesca

Capítulo 6

- 71** Avanços e desafios futuros

Capítulo 1

Vida na água: conservação e uso responsável dos mares, oceanos e ambientes costeiros

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Angela Aparecida Lemos Furtado

Carlos Alberto da Silva

Marcos Tavares-Dias

Alexandre Kemenes

Eric Arthur Bastos Routledge

Introdução

Os oceanos cobrem três quartos da superfície do planeta, conectam as populações por meio dos portos e mercados, constituindo-se em importante herança natural e cultural para a humanidade. Os ambientes marinhos realizam importantes serviços ambientais: fornecem aproximadamente metade do oxigênio que respiramos, absorvem mais de um quarto do dióxido de carbono (CO₂) que produzimos, desempenham importante papel no ciclo da água e no sistema climático, além de serem uma fonte essencial de biodiversidade. Tudo isso contribui para a sustentabilidade dos ecossistemas, marinhos e continentais, assim como para o desenvolvimento econômico, para a erradicação da pobreza, segurança alimentar, transporte e tráfego marítimo, para a geração de trabalho digno e meios de sobrevivência (Nações Unidas, 2017).

Apesar dos inúmeros benefícios que a vida na água nos traz, os efeitos adversos das alterações globais agravados pela ação humana podem ser vistos na elevação da temperatura dos oceanos, acidificação de mares e zonas costeiras, desoxigenação de ambientes marinhos, elevação do nível dos mares, degelo das calotas polares, erosão das zonas costeiras, assoreamento da foz de rios, ventos extremos, poluição, exploração desordenada de recursos petrolíferos, redução dos estoques pesqueiros, alterações na fisiologia e metabolismo de espécies aquáticas em decorrência da bioacumulação de substâncias nocivas no ambiente, sobrepesca, pesca ilegal, conflitos, dentre muitos.

No sentido de constituir um fórum para discussões e alinhar decisões a respeito da sustentabilidade dos oceanos, foi firmada, em 1982, em Montego Bay na Jamaica,

a *Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar* (Unclos), que normatizou inúmeras ações, como o trânsito marítimo, a delimitação de fronteiras, os regulamentos ambientais, a investigação científica, o comércio e a resolução de conflitos internacionais. O Brasil ratificou sua participação na Unclos em 22 de dezembro de 1988 (Nações Unidas, 2017). Em 2012, a *Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (RIO+20)* considerou os oceanos e as águas costeiras fundamentais para a sobrevivência do planeta, ressaltando a importância da sua conservação e utilização responsável, inclusive para erradicação da pobreza, segurança alimentar e garantia de trabalho digno, protegendo, ao mesmo tempo, a biodiversidade, o ambiente marinho e as populações e os países que dependem dos recursos pesqueiros marinhos, e propondo a minimização e remediação dos impactos das mudanças climáticas nesses ecossistemas (Beirão; Pereira, 2014).

Diante desse cenário preocupante, em setembro de 2015, 193 estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) reuniram-se para discutir uma nova agenda global comprometida com as pessoas, o planeta e a paz. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável apresenta 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) que englobam 169 metas traçadas para fomentar um mundo melhor (Machado Filho, 2017). Dentre esses objetivos, a síntese do ODS 14, intitulada Vida na água, foi criada para promover, em linhas gerais, a conservação e o uso sustentável dos oceanos, mares, dos demais recursos pesqueiros e das zonas costeiras.

ODS 14 e a sua relação com o mundo

O movimento dos oceanos, por meio das correntes marítimas, distribui os nutrientes e o calor para as áreas costeiras (Figura 1), sendo a energia que movimenta a vida no planeta, o motor que regula diversos processos naturais que geram nosso alimento, renovam a água e o ar que respiramos. Ao longo da história e até os dias de hoje, os oceanos e os mares são considerados vitais para o comércio, o transporte, a geração de energia, riquezas e alimentação (Nações Unidas, 2016).

Os oceanos contêm 97% da água do planeta e representam três quartos da superfície da Terra. Não é por acaso que mais de 3 bilhões de pessoas dependem dos mares e oceanos para sua subsistência, gerando cerca de 5% do produto interno bruto (PIB) global ou aproximadamente 3 trilhões de dólares por ano em decorrência do uso, comércio e outras atividades correlatas aos recursos e às indústrias marinhas. No entanto, o valor potencial desses recursos nunca poderá ser estimado, já que existem milhões de espécies marinhas não identificadas e apenas 200 mil conhecidas (Nações Unidas, 2017).



Foto: Fabiela Helena dos Santos Fogaça

Figura 1. Detalhe da área costeira do Piauí.

Espécies de algas marinhas, dentre as muitas funções biológicas que realizam, absorvem o dióxido de carbono atmosférico, produzido pelas emissões de gases de efeito estufa, e que têm causado acidificação dos mares e oceanos, além da elevação da temperatura global, como principais efeitos adversos. Essas mesmas espécies que ajudam na regulação do clima do planeta, participam da cadeia trófica que alimenta bilhões de pessoas que dependem única e exclusivamente dos oceanos. Indiretamente, a pesca marinha emprega 200 milhões de pessoas no mundo. A mesma pesca que emprega e fornece alimento às populações mundiais, quando praticada de maneira irresponsável, contribui para o esgotamento de muitas espécies de peixes, além de dificultarem uma gestão organizada e sustentável da pesca global, levando a perdas sociais, ambientais e econômicas imensuráveis. Por isso, estima-se que até 40% dos oceanos estejam afetados pelas atividades humanas, tais como a poluição, o empobrecimento da pesca e a perda de habitat costeiros (Nações Unidas, 2017).

O problema com a sustentabilidade dos oceanos é tão sério que, em 2017, um artigo publicado na revista científica *BioScience*, assinado por 15 mil cientistas de 184 países e intitulado Segundo Aviso (A Second Notice), descreve que as previsões feitas em 1992, na *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e*

o *Desenvolvimento*, também conhecida como *Eco 92*, foram superadas em razão do elevado crescimento da população mundial (35% de aumento), com consequente aumento nas emissões de dióxido de carbono pelo uso de combustíveis fósseis, agricultura de alto impacto, desmatamento, seca, perda de vida marinha e aumento das chamadas zonas mortas nos oceanos (Ripple et al., 2017).

A gestão cuidadosa desse recurso é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Além disso, os recursos costeiros e marinhos são extremamente vulneráveis aos impactos da degradação ambiental, da poluição, da sobrepesca e da mudança global do clima. Nesse sentido, destacam-se, a seguir, alguns conceitos importantes associados a tais impactos, que também são particularmente relevantes para o Brasil, e que resultaram na elaboração das 11 metas de desenvolvimento sustentável propostas na Agenda 2030 (Brasil, 2017).

As metas propostas incluem evitar e reduzir significativamente, até 2025, a poluição marinha de todos os tipos, em particular as oriundas de atividades terrestres, que provocam a dispersão de detritos e poluição por nutrientes, com ações ligadas principalmente à disposição, à gestão e ao tratamento de resíduos sólidos, como esgotos e efluentes. As metas incluem também gerenciar e proteger de forma sustentável os ecossistemas marinhos e costeiros, fortalecendo sua resiliência e agindo na sua restauração, a fim de alcançar oceanos saudáveis e produtivos, por meio da conservação de zonas costeiras, consideradas os berçários da vida marinha. Nessa mesma linha de atuação, até 2020, conservar pelo menos 10% das áreas costeiras e marinhas, de acordo com o direito nacional e internacional e com base nas melhores informações científicas disponíveis é também uma meta (Nações Unidas, 2017).

Para controle e monitoramento das mudanças climáticas nesses ambientes, uma das metas é minimizar e abordar os impactos da acidificação dos oceanos pela cooperação científica aprimorada em todos os níveis. Nesse aspecto, os editais europeus no âmbito do programa Horizonte 2020 (programa de financiamento europeu para pesquisa e inovação) já estão estabelecendo redes interinstitucionais e multidisciplinares com o mesmo foco de investigação para aprofundar conhecimentos, elencar prioridades e planejar ações de convivência e redução dos efeitos das mudanças climáticas nos ecossistemas marinhos. A relação ambiente, pessoas e pesca, em todas as suas vertentes, está contemplada em metas específicas. Algumas delas, até 2020, são: regular a coleta e acabar com a sobrepesca, pesca ilegal, não declarada e não regulamentada, assim como extinguir as práticas de pesca destrutivas, implementar planos de manejo baseados na ciência, a fim de restaurar os estoques de peixes no menor tempo possível, pelo menos em

níveis que possam produzir um desenvolvimento sustentável da pesca para as espécies exploradas, além de fornecer acesso para pescadores artesanais em pequena escala aos recursos e mercados. Também pretendem proibir certas formas de subsídios à pesca que contribuam para o excesso de capacidade, sobrepesca, pesca ilegal, não declarada e não regulamentada, sendo que a negociação dos subsídios para pesca deve ser tratada dentro da Organização Mundial do Comércio (OMC), priorizando-se ações que também beneficiem os países em desenvolvimento e menos desenvolvidos (Nações Unidas, 2017).

Em diversas metas percebe-se enorme preocupação com os pequenos estados insulares em desenvolvimento e países menos desenvolvidos. Isso porque, no tratado da Unclos, esses países já estão como público prioritário, a fim de garantirem sua soberania sobre suas áreas de zona econômica exclusiva (ZEE) e mar territorial. Em virtude disso, até 2030, esses estados poderão aumentar os benefícios econômicos gerados a partir do uso sustentável dos recursos marinhos, inclusive pela gestão sustentável da pesca, pela aquicultura e pelo turismo. Para isso, haverá investimento mundial no aumento do conhecimento científico, da capacidade de pesquisa e transferência de tecnologia marinha, a fim de melhorar a saúde oceânica e aumentar o contributo da biodiversidade marinha para o desenvolvimento desses países. E, por fim, espera-se melhorar a conservação e o uso sustentável dos oceanos e seus recursos por meio da implementação de fato do direito internacional, conforme refletido na declaração final da *Rio+20: O futuro que queremos* (Nações Unidas, 2012).

Dados e fatos importantes sobre o ODS 14 no Brasil

O Brasil possui zona costeira com mais de 500 mil km², que abriga 19 metrópoles brasileiras onde vivem 45,7 milhões de pessoas (24% da população do País) (IBGE, 2017). Essa mesma concentração urbana, que impõe pressão sobre os recursos naturais costeiros, é intercalada com áreas de baixa densidade demográfica, habitadas por populações de pescadores e povos tradicionais com intrínseca relação com a biodiversidade marinha (Brasil, 2017). Por isso, e visando ao potencial econômico dos mares e oceanos, o País tem investido em compromissos ratificados em convenções e tratados internacionais para garantir sua soberania sobre sua ZEE, elaborando e desenvolvendo políticas nacionais voltadas à sustentabilidade de mares e oceanos.

Em primeiro lugar, o Brasil empenhou-se em participar das discussões acerca do Direito do Mar, elaborando uma proposta de demarcação para os limites

oceânicos brasileiros que protegesse nossos interesses com relação ao território denominado Amazônia Azul, pela escala e diversidade de suas riquezas, cujo interesse cresceu a partir da descoberta do Pré-Sal (Lima, 2015). Desde então, além de sua participação ativa na *Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar*, o Brasil também se tornou signatário das convenções sobre diversidade biológica e mudança do clima (Machado Filho, 2017).

Posteriormente, outras ações vieram na forma de programas e projetos. O programa Oceanos, Zona Costeira e Antártica tem como objetivos principais a formação de recursos humanos, o desenvolvimento de pesquisas científicas para preservação ambiental e para conhecer o potencial mineral e biológico de áreas internacionais e da plataforma continental brasileira, além de fomentar a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) que prevê o uso compartilhado do ambiente marinho e a gestão da zona costeira, incluindo seus direitos de exploração (Brasil, 2017).

Outro projeto de gestão integrada da orla marítima, Projeto Orla, é responsável pelo ordenamento do litoral brasileiro (Figura 2), cuja meta é diagnosticar 100% da zona costeira até 2019. A partir das informações levantadas, será possível auxiliar os municípios costeiros no uso e ocupação sustentáveis do espaço terrestre, prevenindo processos erosivos, contaminação de corpos d'água e conflitos sociais entre pesca, turismo, aquicultura e ocupação espacial (Brasil, 2017).

Em 2016, foi implementado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) para promover a adaptação do País aos efeitos do clima nas zonas costeiras e marinhas. Também visando à conservação das zonas costeiras, além do fomento das unidades federais de conservação, o governo planeja a consolidação de outras 11 unidades e expansão das áreas protegidas para 5% do território brasileiro até 2019 (Brasil, 2017).

Com relação à pesca e aquicultura, além dos financiamentos por meio das agências de pesquisa, do Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira (PDA) – com mais de 500 milhões de recursos para investimento na área –, nos últimos anos, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e seus parceiros (universidades, institutos, organizações não governamentais – ONGs, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio) fomentaram a elaboração de planos de gestão e manejo de recursos pesqueiros para espécies relevantes e com risco de sobrepesca (lagostas, sardinhas, siris, caranguejos, camarões, tainhas, elasmobrânquios,



Foto: Luiz Eduardo Lima de Freitas

Figura 2. Detalhe da ocupação do litoral de Santa Catarina.

cavalos-marinhos, meros, robalos, garoupas, etc.) com destaque para normativas para a pesca e o monitoramento por satélite das embarcações, com o objetivo de reduzir a vulnerabilidade da fauna marinha (Machado Filho, 2017).

A inserção da Embrapa nas metas do ODS 14

A participação da Embrapa em pesquisas relacionadas aos recursos pesqueiros marinhos começou com a atuação da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada no Rio de Janeiro, no desenvolvimento de trabalhos com a pesca há mais de 27 anos (Rebelatto Junior et al., 2014). Segundo um levantamento da atuação da Embrapa em pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologia nas áreas de pesca e aquicultura, existem apenas quatro Unidades da Empresa que trabalham com ecossistemas marinhos e estuarinos: Embrapa Amapá, AP, Embrapa Agroindústria de Alimentos, RJ, Embrapa Meio-Norte, PI, e Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE (Rebelatto Junior et al., 2013).

Desde 2002, a Embrapa Meio-Norte realiza trabalhos de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias voltados à conservação e ao manejo de recursos pesqueiros estuarinos e marinhos. A partir de 2009, a Embrapa Tabuleiros

Costeiros articulou-se com uma rede de pesquisa com mais de 20 instituições, que formalizou sua participação nas discussões relacionadas à piscicultura marinha. Também existem diversas ações individuais e projetos locais desenvolvidos ou em fase de execução em outras Unidades espalhadas pelo Brasil, principalmente na pesca, que participam ativamente de projetos para o desenvolvimento da atividade de forma sustentável, como também projetos ligados à biotecnologia marinha, recursos genéticos e processamento de alimentos. Esses projetos relacionados aos recursos pesqueiros marinhos e estuarinos serão descritos nos capítulos a seguir.

Assim, fica claro que a Embrapa já participa de ações que coincidem com as metas do ODS 14. Prova disso, é que a temática está inserida em diversas metas de seu Plano Diretor (PDE), que estabelece seu mapa estratégico para o período de 2014 a 2034 (Embrapa, 2014). Dentre elas, podemos citar: 1) o desenvolvimento de novas ciências, pois a demanda por conhecimento e tecnologias nessa área é gigantesca; 2) as pesquisas relacionadas aos recursos naturais e mudanças climáticas: totalmente alinhadas às metas previstas pela ONU; 3) o desenvolvimento de sistemas de produção: desenvolver possibilidades de produção de alimentos de qualidade nos mares, evitando-se a superexploração dos recursos marinhos ou mesmo das fontes de água doce; e 4) geração de tecnologias que garantam a segurança dos alimentos, nutrição e saúde: pela importância da qualidade do pescado marinho na exportação, na alimentação humana e na subsistência de inúmeras famílias brasileiras.

Referências

- BEIRÃO, A. P.; PEREIRA, A. C. A. (Org.). **Reflexões sobre a Convenção do Direito do Mar**. Brasília, DF: Fundação Alexandre de Gusmão, 2014. 589 p. Disponível em: <http://funag.gov.br/loja/download/1091-Convencao_do_Direito_do_Mar.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- BRASIL. Secretaria de Governo da Presidência da República. **Relatório nacional voluntário sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: Brasil 2017. Brasília, DF, 2017. 76 p. Disponível em: <<http://www.secretariadegoverno.gov.br/snas-documentos/relatoriovoluntario-brasil2017port.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2017.
- EMBRAPA. **Visão 2014-2034**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2014. 194 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao-2014-2034>>. Acesso em: 1º dez. 2017.
- IBGE. **Pesquisa agrícola municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam>>. Acesso em: 2 dez. 2017.
- LIMA, S. E. M. Direito do mar: notas sobre uma narrativa de valores. **Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo**, v. 110, p. 493-512, 2015.

MACHADO FILHO, H. (Org.). **Documentos temáticos**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 · 2 · 3 · 5 · 9 · 14. Brasília, DF: ONUBR, 2017. 107 p. Disponível em: <www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/.../documentos-tematicos-ods-07-2017.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2017.

NAÇÕES UNIDAS. **Goal 14**: conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources. Disponível em: <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

NAÇÕES UNIDAS. **O Futuro que queremos**. Rio de Janeiro: ONU, 2012. 21 p. Apresentado durante a Rio+20. Disponível em: <<http://www.uncsd2012.org/thefuturewewant.html>>. Acesso em: 1º dez. 2017.

NAÇÕES UNIDAS. **The First global integrated marine Assessment**. New York: ONU, 2016. Disponível em: <www.un.org/Depts/los/woa>. Acesso em: 10 dez. 2017.

REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; PRYSTHON, A.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S. de; SOARES, S. S. Diagnóstico estratégico de instituições ofertantes e demandantes de tecnologias em pesca e aquicultura – Projeto Aquapesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 18., 2013, Paulo Afonso. [Anais...]. Paulo Afonso: Ed. Uneb, 2013. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166683/1/CNPASA-2013-conbep.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S.; SOARES, S. S. Strategic diagnosis of institutions suppliers and demanders of technology in fisheries and aquaculture. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. NB5-NB8, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120413/1/cnpasa-2014-bjast.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

RIPPLE, W. J.; WOLF, C.; NEWSOME, T. M.; GALETTI, M.; ALAMGIR, M.; CRIST, E.; MAHMOUD, M. I.; LAURENCE, W. F. World scientists' warning to humanity: a second notice. **BioScience**, v. 67, n. 12, p. 1026-1028, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

Capítulo 2

Atual situação dos mares, oceanos e regiões costeiras

Marcos Tavares-Dias

Introdução

Os ambientes marinhos, que incluem os oceanos, os mares e as zonas costeiras adjacentes, constituem-se num componente essencial que possibilita a existência de vida na Terra, além de apresentarem riqueza que oferece inúmeras possibilidades para o desenvolvimento sustentável. Abrigam uma ampla variedade de seres vivos, proporcionando produtos e serviços essenciais à sobrevivência do homem, como alimentos, manutenção do clima, purificação da água, controle de inundações e proteção costeira e ainda possibilidade de uso recreativo e espiritual. Áreas costeiras e marinhas bem conservadas contam com diversidade biológica muito maior do que as áreas convertidas, e seus ecossistemas prestam serviços muito mais diversos e efetivos (Nações Unidas, 2016).

Apesar dos inúmeros esforços de muitos países em prol da gestão e uso sustentáveis dos mares e oceanos, fomentados pela ação institucional da Organização das Nações Unidas (ONU), não existe um plano de caráter mundial, bem articulado, delimitado, nominal e direcionado a todos os usuários dos recursos marinhos e costeiros. Na prática, muitas ações são cumpridas, porém não existe um consenso mundial com abordagem de antecipação, com medidas de precaução, avaliações sistemáticas dos impactos ambientais em todos os pontos do planeta, obrigatoriedade do uso de tecnologias limpas, reciclagem, controle e redução da emissão de esgotos, construção e/ou melhoria das centrais de tratamento de esgotos, critérios qualitativos de gerenciamento para o manejo adequado das substâncias perigosas e abordagem abrangente dos impactos nocivos procedentes do ar, da terra e da água. Portanto, não há uma estrutura de gerenciamento, incluindo gestão e desenvolvimento integrados das zonas costeiras. Prova disso é que os principais países poluidores não foram signatários do Protocolo de Kyoto (acordo mundial para redução das emissões de dióxido de carbono). Ainda existem muitas barreiras econômicas a serem discutidas na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (United Nations Convention on the Law of the Sea – Unclos). O Japão continua a exercer uma pesca predatória, e, recentemente, os Estados

Unidos saíram oficialmente da Convenção de Paris, mostrando que não têm interesse em contribuir para a redução do aquecimento global.

Aspectos da costa brasileira

No Brasil, diversos ecossistemas presentes nos 10.800 km de nosso litoral têm sua sobrevivência ameaçada em razão da ocupação desordenada, da poluição, do desmatamento, entre outros problemas. As praias, ambientes bem conhecidos pela população, constituem depósitos de areias acumuladas pelos agentes de transporte fluvial ou marinho, que apresentam largura variável em razão da maré. Estão frequentemente associadas a outros ecossistemas costeiros, tais como estuários, deltas, restingas, mangues, dunas, rios e lameiros intertidais, e acompanham todo o litoral, do Amapá ao Rio Grande do Sul, perfazendo 82.778 ha. Elas estão ameaçadas pela especulação imobiliária, pelo turismo descontrolado, pela expansão de marinas e pela poluição urbana e industrial.

As praias mais próximas de portos e centros urbanos, especialmente aquelas em locais mais abrigados e com menor renovação de água (estuários e interior de baías), apresentaram pior qualidade da água, com valores médios anuais de bactérias muito altos e muito baixos de oxigênio (hipóxia) (Machado Filho, 2017). Essa situação reflete o baixo percentual de tratamento de esgotos e efluentes coletados e lançados em corpos d'água, gerando, no caso do Brasil, seis zonas mortas em Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Simcock et al., 2016).

O mangue é outro ecossistema costeiro de igual importância para conservação de mares e oceanos. Estima-se que o Brasil possua 8,5% das áreas de mangues do mundo (Spalding et al., 2010), com a maior extensão contínua, cerca de 6.500 km² (Nações Unidas, 2016). Os mangues são áreas de sedimentos finos que sofrem ação das marés e apresentam vegetação típica como *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), que estabilizam o sedimento entre suas raízes e troncos, processo no qual também são aprisionados poluentes, evitando que estes contaminem as águas costeiras adjacentes. O sedimento dos mangues é habitado por expressiva fauna bentônica, especialmente crustáceos, que são explorados por comunidades locais.

Os manguezais também constituem importante produtor primário do ambiente marinho, transformando nutrientes minerais em matéria orgânica vegetal

(fitomassa), que além de prover sustento para a base de teias alimentares costeiras, geram bens e serviços ecossistêmicos que incluem o sequestro de carbono, regulação do clima e proteção das zonas costeiras pelo assoreamento. Os mangues estão ameaçados pela especulação imobiliária, poluição, assoreamento dos leitos dos rios que provocam sua salinização, agricultura de alto impacto e pelo desenvolvimento da aquicultura em áreas impróprias (Nações Unidas, 2016).

Agricultura e seus efeitos nas regiões costeiras

A Embrapa tem feito um esforço para geração de tecnologias voltadas ao uso racional de insumos. Porém, o modelo de agricultura adotado pelo Brasil: monocultura baseada no uso elevado de fertilizantes e defensivos agrícolas ainda é considerado uma das principais formas de degradação ambiental. O País é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, com mais de 1.000 toneladas por ano. A soja, o milho, o citros e a cana-de-açúcar respondem por cerca de 70% do uso de agrotóxicos. O consumo de agrotóxicos atingiu 6,7 kg ha⁻¹ em 2014 (IBGE, 2016). Em 2001, levantamento realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) em amostras de água, sedimentos e organismos vivos do sistema estuarino de Santos e São Vicente, litoral do estado de São Paulo, mostrou a presença de contaminantes persistentes e pesticidas organoclorados, como o BHC (Hexaclorobenzeno), em concentrações acima do limite permitido (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2001). Essas substâncias causam a mortalidade de organismos aquáticos, desequilibrando a cadeia trófica das zonas costeiras, além de causarem sérios problemas à saúde da população que consome alimentos e a água provenientes desses locais. Muitos desses compostos, por serem bioacumulativos, persistem nos organismos e na água, sendo dispersos para todo o oceano; por isso, resíduos de agrotóxicos já foram encontrados em regiões polares, onde nunca houve agricultura (Nações Unidas, 2016).

Mineração e seus efeitos nas regiões costeiras

Os rejeitos da mineração são outra fonte poluidora. O Brasil é rico em minérios, e sua exploração é imprescindível para geração de riquezas e bens de consumo no País; no entanto, o cuidado com seus resíduos é quase nulo. Esse fato foi comprovado em novembro de 2015, quando a barragem de contenção de rejeitos de mineração de ferro de Fundão, em Mariana, MG, de propriedade da Samarco Mineração S.A (Vale S.A. e BHP Billiton), rompeu, liberando mais 60 milhões de metros cúbicos de rejeitos no ambiente. A lama chegou à bacia do Rio Doce, que

abrange 230 municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, muitos dos quais abasteciam sua população com a água do rio.

A lama de rejeitos, com elevadas quantidades de arsênio, chumbo e mercúrio (originários de garimpos), chegou ao Oceano Atlântico, espalhando-se por mais de 10 km do litoral do Espírito Santo, afetando muitas espécies da fauna e flora marinhas. Uma dessas espécies é *Kishinouyea corbini*, um cnidário pouco estudado e extremamente raro, que tem uma distribuição geográfica restrita e que se sobrepõe à área afetada por esse desastre ambiental (Miranda; Marques, 2016). Estudos realizados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (Saae) de Baixo Guandu do Espírito Santo, em 2015, comprovaram que o Rio Doce está sem vida por causa do carreamento de sedimentos para seu leito que provocou mortalidade de sua fauna e flora, e pouco se sabe o que acontecerá com os ecossistemas adjacentes afetados (Baixo Guandu, 2015). O Brasil ainda não elaborou nenhum plano de mitigação aos efeitos causados pelo rompimento, bem como não formulou políticas de precaução para esses eventos.

A exploração do petróleo e seus efeitos nas regiões costeiras

Além dos minérios, é do subsolo marinho que o Brasil retira a maior parte de sua produção de petróleo e gás natural. A indústria de petróleo, principalmente em águas marinhas profundas, vem apresentando forte crescimento nos últimos anos, passando por uma profunda transformação. A instalação e operação de plataformas e dutos, trânsito de embarcações e instalações de terra interferem diretamente na zona costeira, determinando o crescimento de cidades e modificando as atividades socioeconômicas das populações locais, incluindo a região da bacia do Rio Amazonas.

As atividades da indústria do petróleo iniciam com as pesquisas remotas que, posteriormente, culminam nas atividades sísmicas e perfuração de poços, que podem provocar perturbações aos organismos marinhos; emissões atmosféricas advindas de motores de navios e descargas de resíduos orgânicos e inorgânicos provenientes do navio sísmico e suas embarcações auxiliares (Silva Junior; Magrini, 2014; United Nations Environment Programme – Finance Initiative, 2017); além de conflitos como a pesca marinha. A perfuração pode causar impactos diretos na biota, em razão da descarga, no oceano, de lama decorrente desse procedimento (United Nations Environment Programme – Finance Initiative, 2017).

Pesca e preservação ambiental

Todos esses fatores têm levado à perda de biodiversidade, pela não adoção de medidas que previnam a degradação e promovam a recuperação dos ambientes comprometidos. A pesca soma-se a esse quadro preocupante. A sobre-exploração de recursos pesqueiros (principalmente peixes, moluscos e crustáceos) em taxas superiores à reprodução e/ou recrutamento das populações-alvo é frequente, pela falta ou baixa regulamentação da atividade e de medidas de gestão e ordenamento locais e regionais, estabelecidas pelos órgãos ambientais, especialmente porque há pouco engajamento e participação dos atores econômicos e sociais.

Uma análise da situação dos principais recursos pesqueiros marinhos no Brasil, em áreas do Atlântico Sul, indicou que peixes como albacoras (*Thunnus albacares*, *T. alalunga* e *T. atlanticus*), espadarte (*Xiphias gladius*), dourado (*Coryphaena hippurus*), cavala (*Scomberomorus cavalla*), serra (*Scomberomorus brasiliensis*), agulhões (*Istiophorus albicans*, *Makaira nigricans* e *Tetrapterus albidus*) estão em plena exploração ou sobrepesca. Peixes demersais como corvina (*Micropogonias furnieri*), castanha (*Umbrina canosai*), pescada-olhuda (*Cynoscion guatucupa*) e pescadinha-real (*Macrodon ancylodon*) encontram-se plenamente explorados ou até mesmo sobrepescados (Dias Neto; Marrul Filho, 2003). Há indícios de redução dos estoques do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) em 10 estados do Brasil, e o caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), o maior braquiúro de áreas de manguezal/restinga do Brasil, e por isso economicamente importante, já se encontra na lista dos animais ameaçados de extinção (Dias Neto, 2011).

Nessa mesma situação de declínio, encontra-se a sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*), peixe mais capturado no litoral Sul e Sudeste do Brasil, onde a pesca é feita tanto de forma artesanal como industrial. A pesca industrial desenvolveu-se em razão dos incentivos fiscais governamentais na década de 1960, alcançando elevada produção relacionada ao aumento do esforço de pesca. Na última década, a pesca da sardinha-verdadeira entrou em declínio, levando a um decréscimo das atividades do setor sardineiro (Silva; Flores, 2016). O mesmo ocorre na região Norte entre o litoral e a plataforma dos estados do Amapá e Pará, rica em manguezais e sob a forte influência da descarga continental do Rio Amazonas, onde são exploradas (artesanal e industrialmente) cerca de 40 espécies de peixes marinhos, 4 espécies de crustáceos e 2 espécies de moluscos (Castello, 2010), cujo manejo de pesca e gestão dos estoques ainda é insipiente.

A Amazônia no contexto da conservação

A importância da conservação, da gestão e do uso sustentável dos recursos naturais na região Amazônica intensificou-se há pouco mais de 1 ano, quando foi divulgada a existência de uma área de corais na foz do Rio Amazonas, uma extensão costeira de mais de 700 km, que vai da fronteira do Maranhão, no Brasil, com a Guiana Francesa. Estima-se que esses corais ocupavam uma área de, aproximadamente, 40 mil km², chegando a mais de 200 m de profundidade. É interessante notar que os corais amazônicos estão em uma região de foz, onde há a mistura de água doce e salgada e muito sedimento trazido pelo Rio Amazonas, dificultando a passagem de luz e também alterando a salinidade e o pH da água.

Esse ambiente abriga espécies em extinção e ainda não descritas pela ciência, além de uma grande concentração de rodólitos (conjunto de algas vermelhas calcárias), que absorvem o carbono diluído na água do mar para produzir o carbonato de cálcio com o qual constroem o seu esqueleto. Com isso ajudam a retirar o carbono da atmosfera, que é acumulado no fundo do mar por milhares de anos, contribuindo com o balanço climático do planeta.

Há ainda indícios de que essa conformação complexa de rodólitos, corais e esponjas funcionam como um corredor de biodiversidade, permitindo o trânsito de espécies entre o Caribe e o Oceano Atlântico (Moura et al., 2016). Essa região da foz do Rio Amazonas está ameaçada pela exploração petrolífera. A conservação desse ambiente tão peculiar é indispensável para a manutenção da biodiversidade dos oceanos, e sua destruição pode desencadear problemas econômicos e sociais para populações tradicionais que dependem dos recursos marinhos na região. Como a região costeira do Brasil, Guianas e Caribe são interligadas pelo corredor de biodiversidade formado pelos corais, impactos nessa região poderiam também afetar a biodiversidade de vários outros países.

Como o Brasil pode potencializar o ODS 14

Embora o Brasil tenha sido o país que mais criou áreas de conservação nos últimos 10 anos, sua região marinha é pouco protegida. Apenas 1,57% dos 3,5 milhões de km² de seu mar está sob proteção em unidades de conservação (Machado Filho, 2017). O Brasil se comprometeu a proteger 10% de sua área marinha até 2020 nas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. No entanto, apenas 2% de sua costa e litoral são protegidos sob alguma forma de unidade de conservação.

Além disso, a biodiversidade marinha da zona costeira brasileira é pouco conhecida. Muitas regiões, ecossistemas e ambientes ainda precisam ser inventariados adequadamente. Em 2010, levantamento realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) selecionou 239 diferentes alvos de conservação, sendo 85 em ecossistemas costeiros, 55 em ecossistemas marinhos e 99 espécies costeiras e marinhas (Tabela 1) (Prates et al., 2012). Com base nos alvos de conservação levantados, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) identificou espécies ameaçadas de extinção com o objetivo de elaborar planos de ação para recuperá-las, porém, os planos de ação ainda estão em fase de elaboração e não foram aplicados na prática.

O programa Agenda 21 Global, da qual o Brasil fez parte, orienta os países aderentes a proteger e preservar o meio ambiente marinho com cooperação regional e mundial, adotando leis e regulamentos para tentar diminuir a contaminação marinha, principalmente advinda de fontes terrestres, além de recomendar

Tabela 1. Regiões e respectivos alvos de conservação para a zona costeira e marinha.

Regiões	Faixa territorial	Nº de alvos de conservação definidos	Total de alvos de conservação
Sul	Arroio do Chuí, RS, ao Cabo de Santa Marta, SC	27 alvos de ecossistemas 23 alvos de espécies	50
Sudeste-Sul	Cabo de Santa Marta, SC, ao limite entre Espírito Santo e Bahia, incluindo as ilhas de Trindade e Martim Vaz	25 alvos costeiros 17 alvos oceânicos	43
Nordeste	Limite entre Espírito Santo e Bahia ao limite entre Maranhão e Piauí, incluindo o Arquipélago de Fernando de Noronha e Atol das Rocas	22 alvos costeiros 17 marinhos 33 alvos de espécies	72
Norte	Limite entre Maranhão e Piauí ao Rio Oiapoque, AP	27 de ecossistema costeiros 13 de espécie costeiras 14 de ecossistemas marinhos 30 de espécies marinhas	74

a proteção dos oceanos, mares e zonas costeiras visando ao uso racional e ao desenvolvimento de seus recursos vivos, para tentar alcançar o desenvolvimento sustentável. Estipula recomendações para o gerenciamento integrado de desenvolvimento das zonas costeiras e zonas econômicas exclusivas e desenvolvimento sustentável das pequenas ilhas. Relaciona também quais os métodos e mecanismos para a coordenação e implementação dos programas integrados de gerenciamento desses recursos, estabelecendo medidas para a manutenção da biodiversidade e o aumento da produtividade (Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, 1992). Todavia, nos últimos anos, pouco tem sido feito pela conservação marinha no Brasil, apesar dos compromissos assumidos há 25 anos.

É necessária ação urgente para reduzir a poluição terrestre, responsável por 80% da poluição marinha, incluindo redução de resíduos de agricultura que acabam escoando para os oceanos e provocam zonas mortas. Também são necessárias ações para acabar com práticas de pesca marinha excessiva, ilegal e destrutiva, além de medidas para o manejo sustentável, a proteção e a conservação marinha e dos ecossistemas costeiros, além de medidas de conservação baseadas na comunidade e educação ambiental para aumentar a conscientização das pessoas.

A implementação do Acordo de Paris sobre mudanças climáticas é imprescindível para reduzir as emissões que estão causando mudanças nos nossos oceanos e adotar medidas que tragam resiliência aos impactos da acidificação dos oceanos e das mudanças do clima, como o aumento do nível do mar. Faltam, no Brasil, mecanismos eficientes para que a legislação seja, de fato, cumprida. No caso específico da degradação dos ecossistemas costeiros, o gerenciamento costeiro integrado deveria ser a meta final. Porém, há também dificuldade para obter o envolvimento dos atores locais para o gerenciamento integrado, assim como dificuldade para integração da administração das bacias hidrográficas com a administração da zona costeira. Além disso, há falta de informações sobre a ocupação e os impactos sobre a zona costeira e os ecossistemas marinhos que sejam confiáveis, atualizadas e com o grau de detalhamento necessário para as ações de planejamento necessárias.

Por isso, os capítulos deste e-book serão importantes para delimitar um ponto inicial, com base nas ações já realizadas pela Embrapa que contribuíram para a conservação dos oceanos e mares, para fornecer informações relevantes para que o Brasil planeje suas ações futuras dentro da Agenda 2030.

Referências

- BAIXO GUANDU (ES). **SAAE de Baixo Guandu divulga análise da água do rio Doce**. Baixo Guandu: Assessoria de Comunicação PMBG, 2015. Disponível em: <http://www.pmbg.es.gov.br/v1/?page=lernoticia¬icia=1356#.WnMrdlj4_cc>. Acesso em: 1º dez. 2017.
- CASTELLO, J. P. O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 3, 2010. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300013>. Acesso em: 7 fev. 2017.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Praias**: publicações e relatórios: sistema estuarino de Santos e São Vicente. São Paulo, 2001. 141 p. Relatório técnico. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 25 nov. 2017.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21 global**: proteção de oceanos, de todos os tipos de mares – inclusive mares fechados – e das zonas costeiras e proteção, uso racional e desenvolvimento de seus recursos vivos. Rio de Janeiro: ONU, 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 2 dez. 2017.
- DIAS NETO, J. (Org.). **Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável do caranguejo-uçá do guaiamum e do siri-azul**. Brasília, DF: Ibama, 2011. 156 p. (Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros, 4). Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/publicacoes/2011-plano-nacional-caranguejo-uca.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2017.
- DIAS NETO, J.; MARRUL FILHO, S. **Síntese da situação da pesca extrativa marinha no Brasil**. Brasília, DF: Ibama, 2003. 53 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/publicacoes/2003-sintese-da-situacao-da-pesca-extrativa-marinha.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2017.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Pesquisa agrícola municipal**: PAM 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam>>. Acesso em: 2 nov. 2017.
- MACHADO FILHO, H. (Org.). **Documentos temáticos**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 · 2 · 3 · 5 · 9 · 14. Brasília, DF: ONUBR, 2017. 107 p. Disponível em: <www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/.../documentos-tematicos-ods-07-2017.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2017.
- MIRANDA, L. S.; MARQUES, A. C. Impactos ocultos do colapso da barragem de resíduos da mineradora Samarco para a fauna marinha brasileira: um exemplo em estauoroários (Cnidaria). **Biota Neotropica**, v. 16, n. 2, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2016-0169>.
- MOURA, R. L.; AMADO-FILHO, G. M.; MORAES, F. C.; BRASILEIRO, P. S.; SALOMON, P. S.; MAHIQUES, M. M.; BASTOS, A. C.; ALMEIDA, M. G.; SILVA JUNIOR, J. M.; ARAUJO, B. F.; BRITO, F. P.; RANGEL, T. P.; OLIVEIRA, B. C. V.; BAHIA, R. G.; PARANHOS, R. P.; DIAS, R. J. S.; SIEGLE, E.; FIGUEIREDO JUNIOR, A. G.; PEREIRA, R. C.; LEAL, C. V.; HAJDU, E.; ASP, N. E.; GREGORACCI, G. B.; NEUMANN-LEITÃO, S.; YAGER, P. L.; FRANCINI-FILHO, R. B.; FRÓES, A.; CAMPEÃO, M.; SILVA, B. S.; MOREIRA, A. P. B.; OLIVEIRA, L.; SOARES, A. C.; ARAUJO, L.; OLIVEIRA, J. B.; TEIXEIRA, J. B.; VALLE, R. A. B.; THOMPSON, C. C.; REZENDE, C. E.; THOMPSON, F. L. An extensive reef system at the Amazon River mouth. **Science Advances**, v. 2, n. 4, 2016. DOI: 10.1126/sciadv.1501252.
- NAÇÕES UNIDAS. Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea. **The First global integrated marine assessment**. New York, 2016. Disponível em: <www.un.org/Depts/los/woa>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012. 152 p. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/53-biodiversidade-aquatica?download=21:panorama-da-conservacao-dos-ecossistemas-costeiros-e-marinhos-no-brasil>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

SILVA JUNIOR, O. M.; MAGRINI, A. Exploração de hidrocarbonetos na foz do Rio Amazonas: perspectivas de impactos ambientais no âmbito das áreas ofertadas na 11ª rodada de licitações da Agência Nacional do Petróleo. **Revista GeoAmazônia**, v. 2, n. 4, p. 146-158, jul./dez. 2014. DOI: 10.17551/2358-1778/geoamazonia.v2n4p146-158.

SILVA, A. P. da; FLORES, R. M. V. **A pesca industrial da sardinha verdadeira na região Sul/Sudeste do Brasil**: tecnologias e a importância do diálogo com a base. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 20 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 26).

SIMCOCK, A.; HALPERN, B.; KIRUBAGARAN, R.; HOSSAIN, M. M.; POLETTE, M.; SMITH, E.; WANG, J. Coastal, riverine and atmospheric inputs from land. In: NAÇÕES UNIDAS. Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea. **The First global integrated marine assessment**. New York 2016. Cap. 20. Disponível em: <www.un.org/Depts/los/woa>. Acesso em: 10 dez. 2017.

SPALDING, M. D.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World atlas of mangroves**. London: Earthscan, 2010. 336 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – FINANCE INITIATIVE. **Oil & gas**. Disponível em: <<http://www.ogp.org.uk/pubs/254.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

Capítulo 3

Conservação, uso e gestão de recursos e ecossistemas marinhos

Angela Puchnick-Legat

Jefferson Francisco Alves Legat

Alitiane Moura Lemos Pereira

Fabio Mendonça Diniz

Fabíola Helena dos Santos Fogaça

Introdução

O Brasil tem importante patrimônio de biodiversidade marinha, distribuído entre praias arenosas, costões rochosos, manguezais, estuários, lagoas costeiras, recifes de algas calcárias e corais endêmicos, ilhas e bancos oceânicos, e o único atol do Atlântico Sul (Rocas). Essa complexidade fisiográfica abriga um estoque de recursos genéticos de valor inestimável e pouco explorado (Mar..., 2008). O uso dos recursos concentra-se nas atividades de pesca, na exploração de óleo e gás, na maricultura, no turismo e no lazer. Outros usos são ainda potenciais, como a exploração mineral em águas profundas e a prospecção de princípios ativos da biodiversidade em regiões tropicais e habitat inóspitos para as indústrias médico-farmacológica, cosmética e alimentícia (Mar..., 2008). O potencial biotecnológico é promissor, mas as iniciativas ainda são experimentais e fragmentadas (Caracterização..., 2010). Para proteção e aproveitamento racional dos seus recursos e ecossistemas marinhos, o País tem avançado em sua legislação, na criação de unidades de conservação (UC) e na implementação de planos de manejo, com base científica aplicada ao estudo da biodiversidade e dos processos ambientais, ecológicos e socioeconômicos (Frighetto; Queiroz, 2005).

Dentro desse cenário, o presente capítulo aborda a atuação da Embrapa, em parceria com instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) nacionais e internacionais, no avanço do conhecimento científico e na transferência de tecnologias, de forma a melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para a sustentabilidade de países em desenvolvimento (meta 14.a). Nesse contexto, são apresentados estudos, avaliações e instrumentos de gestão para a conservação e o uso dos recursos marinhos (meta 14.1), como subsídios para evitar impactos adversos significativos das atividades humanas e tomar

medidas para a proteção, restauração e regulação das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional (metas 14.2, 14.4 e 14.5).

Ações da Embrapa para conservação de recursos marinhos

As ações da Embrapa na conservação de recursos marinhos e estuarinos são bastante recentes e datam de 2003, quando a Embrapa Meio-Norte iniciou projetos voltados ao caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Rio Parnaíba, entre Maranhão, Piauí e Ceará (Ivo et al., 1999). Como base científica à gestão desse importante recurso pesqueiro nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, a Embrapa Meio-Norte e a Embrapa Amapá, com a colaboração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), da Universidade Estadual do Piauí, da Universidade do Estado do Amapá e do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), conduziram estudos sobre a biologia reprodutiva, distribuição, abundância, período de ecdise e composição populacional em diferentes ecossistemas de manguezal (Góes et al., 2005; Legat et al., 2007; Amaral et al., 2014; Santos et al., 2018). A Embrapa Meio-Norte, em parceria com a UFPI, Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal Rural do Pará (UFRPA) e Dalhousie University (Canadá), desenvolveu também ferramentas moleculares para o estudo da diversidade e estrutura genética, indicando a existência de uma única população de caranguejo-uçá nas regiões Norte e Nordeste (Mendes et al., 2007; Britto et al., 2009, 2011a, 2011b, 2018; Araújo et al., 2015; Diniz, 2015).

Na cadeia produtiva entre os estados do Maranhão, Piauí e Ceará, a Embrapa Meio-Norte determinou, ainda, métodos de captura, estocagem e transporte que reduziram de 50% para 3% a taxa de mortalidade de caranguejos comercializados vivos (Legat et al., 2005, 2006; Legat; Legat, 2009). Os resultados das pesquisas auxiliaram na manutenção dos estoques naturais e na elaboração do plano de manejo do caranguejo-uçá na APA Delta do Parnaíba, servindo como subsídios para a decretação da Instrução Normativa nº 9, de 2 de julho de 2013 (Brasil, 2013), que dispõe sobre normas e padrões para o transporte de caranguejo-uçá nos estados do Pará, Maranhão, Piauí e Ceará (Figura 1), e para a Portaria nº 725, de 6 de novembro de 2017, que aprova as regras de uso sustentável dos recursos provenientes dos manguezais na APA (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2017).



Fotos: Francisco das Chagas Machado Brandão

Figura 1. Detalhe do transporte de caranguejos em barcos e caminhões conforme orienta a regulamentação.

A partir de 2004, a Embrapa ampliou as ações de pesquisa com recursos genéticos marinhos, visando ao apoio na elaboração de políticas públicas de uso sustentável para a pesca e maricultura. Na área de conservação de recursos pesqueiros, a Embrapa Meio-Norte coordenou estudos de diversidade genética e estrutura populacional de lagostas (*Panulirus argus* e *Panulirus echinatus*), em parceria com a UFC, UFRPA, Dalhousie University (CA), University of Southampton (UK) e University of Central Lancashire (UK) (Diniz et al., 2004, 2005a, 2005b, 2007, 2010; Quadros et al., 2007a, 2007b; Soares et al., 2010; Santos et al., 2018); da corvina (*Micropogonias furnieri*) (Puchnick-Legat; Levy, 2006; Chaguri et al., 2014), com a Fundação Universidade Federal do Rio Grande (Furg) e Universidade Federal do Pará (UFPA); e do caranguejo guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), com a UFPI, University of Nebraska (EUA) e o National Park Service (EUA) (Amaral et al., 2015).

Quanto à conservação de recursos genéticos com potencial aquícola, a Embrapa atuou em três redes nacionais de pesquisa: 1) na Rede de Ostras Nativas, coordenada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), na qual a Embrapa Meio-Norte auxiliou, em parceria com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), na caracterização molecular das espécies nativas de ostras do gênero *Crassostrea*, distribuídas na costa do Maranhão até Santa Catarina, fornecendo subsídios à diferenciação e separação das espécies para cultivo (Legat et al., 2009; Puchnick-Legat et al., 2010); 2) na Rede de Recursos Genéticos Animais, sob a coordenação da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, a Embrapa Meio-Norte padronizou descritores morfológicos com o auxílio de marcadores moleculares e criou bancos de tecido e DNA para espécies nativas de ostras (*Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*) e camarões (*Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Litopenaeus schmitti*) na região Nordeste do Brasil; 3) na Rede de Piscicultura Marinha, coordenada pela Embrapa Tabuleiros Costeiros, a Embrapa Recursos Genéticos realizou o estudo filogeográfico do bijupirá (*Rachycentron canadum*), com a colaboração da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Meio-Norte e do Instituto de Pesca de São Paulo, a fim de compreender a distribuição da diversidade genética da espécie no Brasil, para a formação de um banco de germoplasma (Nepomuceno et al., 2013). A Embrapa Meio-Norte, UFSC e UFRJ avaliaram, ainda, o risco de hibridação natural entre a ostra invasora (*Crassostrea gigas*) e as espécies de ostras nativas (*C. rhizophorae* e *C. gasar*) na costa de Santa Catarina. Os resultados demonstraram que há a geração de larvas híbridas interespecíficas que não completam o seu desenvolvimento e morrem, o que não representa um impacto evolutivo significativo na conservação das populações naturais de ostras nativas (Legat, 2015).

Ações da Embrapa em biotecnologia marinha

Na área de biotecnologia e nanotecnologia, a Embrapa vem, desde 2005, conduzindo pesquisas com substâncias bioativas produzidas principalmente por algas, invertebrados sésseis e bactérias de grande potencial para as indústrias de alimentos, farmacêutica, de cosméticos, agropecuária e biorremediação. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, em parceria com o Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos e a Universidade de Londres, vem desenvolvendo estudos com a cianovirina, uma proteína encontrada em algas marinhas azul-esverdeadas (*Nostoc ellipsosporum*) capaz de impedir a multiplicação do vírus HIV (vírus da imunodeficiência humana) no corpo humano (Diniz et al., 2015). A pesquisa compreendeu a introdução da substância em sementes de soja geneticamente modificadas para a sua produção em larga escala. A próxima fase após a produção de sementes será o isolamento da cianovirina e o início dos testes clínicos, com a colaboração do Conselho de Pesquisa Científica e Industrial da África do Sul.

A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia realizou também, com a colaboração da UFSC e da Universidade de Brasília (UnB), a clonagem e caracterização do gene da via de síntese de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 na microalga marinha *Thalassiosira fluviatilis*, gerando uma ferramenta molecular para auxiliar no aumento das concentrações desses ácidos graxos em sementes de plantas oleaginosas, como fontes alimentares importantes para a saúde humana (Caracterização..., 2010).

A partir de 2007, expedições da Embrapa ao continente antártico foram realizadas para a coleta e prospecção de moléculas ativas da biodiversidade marinha de ambientes extremos. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia coletou recursos biológicos de peixes nototenídeos, buscando o conhecimento dos mecanismos moleculares desenvolvidos para a sua capacidade de resistência a temperaturas extremamente baixas, a fim de desenvolver protótipos na conservação de sêmen e embriões congelados ou em programas de seleção para tolerância ao frio (Costa et al., 2012). A Embrapa Meio Ambiente estudou bactérias resistentes aos raios ultravioletas-C, sequenciando o genoma da espécie *Rhodococcuserythropolis* P27 com maior potencial biotecnológico; e analisou o genoma de espécies de bactérias do gênero *Bacillus* mais resistentes ao estresse ambiental, em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade de São Paulo (USP), evidenciando o seu potencial para a produção de antibióticos (Souza et al., 2011).

Dentre os recursos da biodiversidade brasileira, a Embrapa Meio Ambiente, Unicamp e USP estudaram compostos ativos presentes no extrato produzido do fungo M137, isolado da esponja marinha, *Aplysina fulva*, contra o patógeno *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA) (Martins et al., 2016), e também testaram a eficiência inibitória de extratos obtidos de esponjas marinhas *Kocuria palustris* contra bactérias de peixes, considerando-os fonte potencial para a aquicultura (Schinke et al., 2014). Pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, Universidade do Estado do Amazonas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Universidade Federal Fluminense estudaram o uso de extratos da macroalga marinha vermelha *Asparagopsis taxiformis* sobre a inibição do crescimento de plantas daninhas da Amazônia, evidenciado o seu potencial como bio-herbicida (Diniz et al., 2011). Por fim, a Embrapa Agroindústria Tropical vem desenvolvendo embalagens biodegradáveis à base de polissacarídeos de algas marinhas, entre outros polímeros naturais, para envolver alimentos de forma biodegradável, tão eficiente e barata como as embalagens de plástico, visando reduzir os danos ao meio ambiente (Sociedade Nacional de Agricultura, 2014).

Impactos da contaminação ambiental sobre mares e oceanos

Diante da preocupação crescente com a poluição por detritos (principalmente plásticos), poluentes orgânicos, metais pesados e compostos de nitrogênio descartados por diversas fontes marinhas e terrestres, a Embrapa vem conduzindo estudos de análise de impactos sobre a biodiversidade marinha e os ecossistemas costeiros (meta 14.2). A Embrapa contribuiu com a Universidade Federal do Rio Grande (Furg) e a Southern Cross University (Austrália) na avaliação da poluição por detritos ao longo das mais importantes praias de nidificação de tartarugas marinhas do litoral da Bahia. As porcentagens de detritos observadas demonstram que os acordos para o controle da poluição não estão sendo respeitados na costa brasileira (Sul et al., 2011).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros e a UFPA estudaram o efeito do metabissulfito, usado na despesca de camarões marinhos cultivados, sobre a mortalidade de caranguejos do mangue. Os resultados demonstraram que a substância é significativamente tóxica e que o caranguejo pode ser usado como um bioindicador para o monitoramento dos manguezais brasileiros (Pedale et al., 2012). A Embrapa Meio Ambiente, USP e Universidade Estadual do Norte Fluminense estudaram o aporte de carbono e nitrogênio do Rio Paraíba do Sul no Oceano Atlântico, por meio da

avaliação dos processos biogeoquímicos atuantes na bacia hidrográfica. Os padrões observados indicam mudanças no uso da terra, em razão da importância da produção crescente de cana-de-açúcar, a qual aumentou as concentrações de C e N no ecossistema estuarino e marinho (Figueiredo et al., 2011).

Pesquisas conduzidas pela Embrapa Meio Ambiente, em parceria com a USP e a Pontificia Universidad Javeriana (Colômbia), identificaram fungos e bactérias provenientes de manguezais, responsáveis pelo metabolismo do metano, nitrogênio e enxofre, esclarecendo possíveis transformações promovidas por organismos microbianos em sedimentos de manguezais. Esses resultados são importantes para fomentar políticas de conservação dessas áreas, programas de biorremediação e de controle das mudanças climáticas, pois tais organismos agem como consumidores de gases e de detritos oriundos da poluição (Andreote et al., 2012).

Os estudos sobre mudanças climáticas em áreas costeiras e marinhas são recentes na Embrapa. Dentre os trabalhos realizados nos últimos anos, a Embrapa Meio Ambiente participou de uma pesquisa em parceria com a USP, Unicamp, Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Rural de Pernambuco (UFRPE), University of Waterloo (Canadá) e Institut de Recherche pour le Développement (França) que reconstruiu as trocas de vegetação (com referências climáticas) durante o Holoceno na ilha de Fernando de Noronha, PE, com o uso de análises geoquímicas, isótopos de carbono e análises polínicas em solos e sedimentos (Pessenda et al., 2008). O trabalho concluiu que não houve trocas significativas de vegetação, mas constatou variações na vegetação do ecossistema de manguezal que podem estar associadas a eventos climáticos e oscilações do nível do mar e também a eventos antrópicos nos últimos 500 anos.

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, em parceria com a UFS e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), avaliou as tendências de mudanças nas precipitações na costa dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. O estudo apresentou informações importantes para compreensão do regime pluviométrico e para avaliação de postos com maior criticidade nos índices, contribuindo, assim, para tomada de decisões quanto às políticas públicas (Cruz et al., 2017). Outro estudo, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental, UFPA, Sistema de Proteção da Amazônia (Sipam), analisou os efeitos na mudança da temperatura da superfície do mar e suas consequências na variabilidade do volume de máxima precipitação diária sobre a região de Tomé-Açu no nordeste paraense (Bezerra et al., 2013).

Ações da Embrapa para preservação das zonas costeiras

No âmbito da meta de conservar, até 2020, pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas (14.5), além das ações já citadas da Embrapa Meio-Norte na APA do Delta do Parnaíba, a Embrapa Meio Ambiente e o Ibama realizaram estudos em parceria para a gestão ambiental das atividades rurais desenvolvidas na APA da Barra do Rio Mamanguape na Paraíba. Tais estudos serviram como suporte à avaliação da sustentabilidade dessas atividades sobre o comprometimento dos recursos hídricos na zona estuarina e à implementação do plano de manejo da APA (Rodrigues et al., 2005).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros transformou parte da área do seu Campo Experimental de Itaporanga em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Caju, composta por ecossistemas de restinga, mangue e apicum associados ao bioma Mata Atlântica. Posteriormente, elaborou e implantou o plano de manejo da RPPN do Caju, com uma série de programas e projetos a serem desenvolvidos num lapso temporal de 5 anos, visando contribuir para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade, por meio de ações de educação ambiental e pesquisas científicas que orientem o uso sustentável dos recursos renováveis e dos processos ecológicos para o desenvolvimento rural na região (Nogueira Júnior et al., 2015).

A Embrapa tornou-se uma das referências nacionais na gestão de dados e em estudos de modelagem ambiental. Um dos principais produtos desenvolvidos é a base de dados [Agropensa](#), criada pelo Sistema de Inteligência Estratégica da Embrapa, a partir de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A plataforma é baseada em uma ampla base de dados coletados desde a década de 1990 e apresenta informações sobre produção agropecuária brasileira, informações importantes sobre a aquicultura nacional a partir de 2013. É possível saber onde são produzidas 20 espécies diferentes de peixes além de outros pescados, como ostras e camarões.

A gestão de dados específica para a área de aquicultura destaca-se como ações lideradas pela Embrapa. Criada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e coordenada pela Embrapa Meio Ambiente, a Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União conta com a participação de mais de 15 instituições para a geração e disponibilização de dados, informações e conhecimentos sobre a sustentabilidade da atividade

aquícola em reservatórios e no litoral brasileiro. O objetivo principal da rede é subsidiar o governo federal na elaboração de políticas de desenvolvimento da aquicultura, baseando-se na avaliação de possíveis impactos e no estabelecimento de indicadores para o monitoramento e o crescimento ordenado e sustentável da atividade produtiva (Vicente, 2016).

Outro projeto voltado à gestão da informação é o Aquapesquisa, coordenado pela Embrapa Pesca e Aquicultura, o qual construiu um banco de dados contendo informações sobre instituições públicas, privadas e órgãos não governamentais que atuam nas áreas da pesquisa, desenvolvimento, ensino e extensão nas áreas de pesca e aquicultura. Os dados ainda destacam a oferta e a necessidade de tecnologias e conhecimentos dos setores aquícola e pesqueiro, permitindo levantar e qualificar demandas relevantes para o desenvolvimento da pesca e da aquicultura (Rebelatto Junior et al., 2013).

Para auxiliar no gerenciamento de dados de biodiversidade, a Embrapa Informação Agropecuária analisou o sistema de informações utilizado pela Unicamp no projeto temático Biota Gradiente Funcional, conduzido no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. A análise levou em consideração a integração de dados ecológicos e de biodiversidade, as aplicações e limitações do sistema para a conservação e gestão ambiental. Os resultados levaram à conclusão de que os avanços no uso de ferramentas computacionais permitem potencializar o valor de dados coletados em pesquisas individuais para gerenciar informações sobre biodiversidade e ecossistemas (Drucker, 2012).

A Embrapa Monitoramento por Satélite participa do projeto internacional DevCo-Cast e recebeu a instalação de um receptor que permite acessar o componente ocidental do sistema GEONETCast. Esse sistema foi criado para acessar e disseminar informações geoespaciais fornecidas por diversos provedores ao redor do globo, possibilitando a visualização da superfície e da atmosfera e permitindo a obtenção de séries históricas de imagens de satélite. Os produtos gerados a partir da análise desses dados podem auxiliar no processo de tomada de decisões técnicas e políticas, no planejamento do setor produtivo, no uso de terras, no acesso às águas da União e no monitoramento da vegetação, eventos extremos e de dados oceanográficos (Scussel, 2012).

Em outro estudo feito em parceria com a Unicamp, a Embrapa Monitoramento por Satélite e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) avaliaram conflitos, usos, e riscos e vulnerabilidades naturais na zona costeira do estado de São Paulo. A pesquisa foi baseada em indicadores geoespaciais e na modelagem de

fluxos de detritos e eventos de inundação. Os resultados obtidos indicaram as bacias hidrográficas prioritárias para controle de riscos, diferentes processos de análises para diferentes escalas e sugeriram a aplicação da análise do uso e da cobertura de terra para revisão dos planos de manejo costeiro, urbano e planejamento de estratégias para respostas aos desastres naturais (Iwama et al., 2014).

Diante do exposto, fica clara a atuação da Embrapa, em diversas regiões brasileiras por meio de suas Unidades Descentralizadas. Todos os estudos, projetos e resultados compõem as competências da Empresa para gestão, uso e conservação dos mares, oceanos e áreas relacionadas, e contribuem para o cumprimento das metas do ODS 14, Vida na Água.

Referências

AMARAL, K. D. S.; VIEIRA, I. M.; OSÓRIO, F. M.; ROCHA, J. D. M.; LIMA, J. F. Bioecology of the crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) in mangroves influenced by the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 2, p. 213-222, 2014.

AMARAL, M. R. X.; ALBRECHT, M.; MCKINLEY, A. S.; CARVALHO, A. M. F.; SOUSA JUNIOR, S. C.; DINIZ, F. M. Mitochondrial DNA variation reveals a sharp genetic break within the distribution of the blue land crab *Cardisoma guanhumi* in the Western Central Atlantic. **Molecules**, v. 20, n. 8, p. 15158-15174, 2015.

ANDREOTE, F. D.; JIMÉNEZ, D. J.; CHAVES, D.; DIAS, A. C. F.; LUVIZOTTO, D. M.; DINI-ANDREOTE, F.; FASANELLA, C. C.; LOPEZ, M. V.; BAENA, S.; TAKETANI, R. G.; MELO, I. S. The microbiome of brazilian mangrove sediments as revealed by metagenomics. **Plos One**, v. 7, n. 6, p. 1-14, 2012.

ARAÚJO, E. S.; BRITTO, F. B.; CARVALHO, A. M. F.; ORASMO, G. R.; DINIZ, F. M. Isolation and identification of a new set of microsatellite loci from *Ucides cordatus* genome. **Archives of Biological Sciences**, v. 67, n. 4, p. 1369-1376, 2015. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136122/1/ArtigoFabioDinizArchBioSciDez2015.pdf>>. Acesso em: 7 fev. 2018.

BEZERRA, J. M.; PACHECO, N. A.; SANTIAGO, A. V.; SILVA, D. C. Análise da variação no volume de máxima precipitação diária para a região de Tomé-Açu/PA no período de 1985 a 2012 a partir da mudança da temperatura da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico Equatorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 18.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 2013, Belém, PA. **Cenários de mudanças climáticas e a sustentabilidade socioambiental e do agronegócio na Amazônia**. [Belém, PA: Ed. UFPA], 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Instrução normativa nº 9, de 2 de julho de 2013. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 jul. 2013, Seção 1, n. 126, p. 33.

BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Desenvolvimento de marcadores moleculares para o estudo da variabilidade genética e estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*. In: XIMENES, L. J. F. (Coord.). **Ciência e tecnologia para aquicultura e pesca no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011a. p. 137-166. (Série BNB. Ciência e Tecnologia, 8).

BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M.; PATERSON, I.; BENTZEN, P. Polymorphic microsatellite DNA markers in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura: Ocypodidae). **Molecular Ecology Resources**, v. 9, n. 4, p. 1249-1252, July 2009.

BRITTO, F. B.; MENDES, D. S. F.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; DINIZ, F. M. Single primer-based DNA amplification as a suitable and low-cost tool for assessing genetic diversity in mangrove crabs. **Genetics and Molecular Research**, v. 10, n. 4, p. 4084-4092, 2011b.

CHARACTERIZAÇÃO do estado da arte em biotecnologia marinha no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2010. 134 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

CHAGURI, M. P.; MAULVAULT, A. L.; NUNES, M. L.; SANTIAGO, D. A.; DENADAI, J. C.; FOGAÇA, F. H. S.; SANT'ANA, L. S.; DUCATTI, C.; BANDARRA, N.; CARVALHO, M. L.; MARQUES, A. Different tools to trace geographic origin and seasonality of croaker (*Micropogonias furnieri*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 194-200, 2014.

COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R.; SERENO, J. R. B. (Ed.). **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 628 p.

CRUZ, M. A. S.; SILVA, A. A. G. da; AMORIM, J. R. A. de; ALMEIDA, A. Q. de; BRITO, J. I. B. de. Tendências de alterações na precipitação na área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20.; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5., 2017, Juazeiro. **A agrometeorologia na solução de problemas multiescala: anais**. Petrolina: Embrapa Semiárido: Univasf, 2017. p. 1629-1642. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166588/1/Tendencias.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DINIZ, F. M. Marcadores moleculares e suas aplicações na aquicultura. In: TAVARES-DIAS, M.; MARIANO, W. dos S. (Org.). **Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2015. v. 1, p. 75-95.

DINIZ, F. M.; IYENGAR, A.; LIMA, P. S. C.; MACLEAN, N.; BENTZEN, P. Application of a double-enrichment procedure for microsatellite isolation and the use of tailed primers for high throughput genotyping. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 2, p. 380-384, 2007.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; BENTZEN, P. The hypervariable domain of the mitochondrial control region in Atlantic spiny lobsters and its potential as a marker for investigating phylogeographical structuring. **Marine Biotechnology**, v. 7, n. 5, p. 462-473, 2005a.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Microsatellites in the overexploited spiny lobster *Panulirus argus*: isolation, characterization of loci and potential for intraspecific variability studies. **Conservation Genetics**, v. 6, n. 4, p. 637-641, 2005b.

DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; PATERSON, I. G.; BENTZEN, P. Polymorphic tetranucleotide microsatellite markers in the Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. **Molecular Ecology Notes**, v. 4, n. 3, p. 327-330, 2004.

DINIZ, F. M.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; MACLEAN, N.; BENTZEN, P. Genetic identification of fishing stocks: new tools for population studies of the spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille, 1804). **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 10, n. 1, p. 95-111, 2010.

DINIZ, F.; SANTANA, I.; REYNOL, F. **Fábricas biológicas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Notícias: biotecnologia e biossegurança. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3624041/fabricas-biologicas>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DINIZ, G. S.; BARBARINO, E.; OIANO-NETO, J.; PACHECO, S.; GROSS, S. O. L. Chemical profile and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for five tropical seaweeds. **American Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 3, p. 287-296, 2011.

DRUCKER, D. P. **A integração da informação sobre biodiversidade e ecossistema para embasar políticas de conservação**: o projeto Biota Gradiente Funcional como estudo de caso. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FIGUEIREDO, R. O.; OVALLE, A. R. C.; REZENDE, C. E.; MARTINELLI, L. A. Carbon and nitrogen in the lower basin of the Paraíba do Sul river, Southeastern Brazil: element fluxes and biogeochemical processes. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 2, p. 7-37, 2011.

FRIGHETTO, R. T. S.; QUEIROZ, J. F. de. Gestão de agrossistemas e qualidade das águas. In: RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; RODRIGUES, I. A.; NEVES, M. C. M. (Ed.). **Avaliação de impactos ambientais para a gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape/PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. p. 88-110. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129156/1/2005QL-002.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2017.

GÓES, J. M.; FERNANDES-GÓES, L. C.; LEGAT, J. F. A. Avaliação do tamanho de captura do caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ocypodidae) na APA do Delta do Rio Parnaíba, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **[Livro de resumos]**. Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia, 2005. 3 p. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Portaria nº 725, de 6 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 nov. 2017, Seção 1, n. 215, p. 70.

IVO, C. T. C.; DIAS, A. F.; MOTA, R. I. Estudo sobre a biologia do caranguejo uçá, *Ucides cordatus cordatus*, (Linnaeus, 1763), capturado no Delta do Rio Parnaíba, Estado do Piauí. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 7, n. 1, p. 53-84, 1999.

IWAMA, A. Y.; SOUSA JÚNIOR, W. C.; ZANETTI, V. B.; SAKAI, R.; XAVIER, J. C. M.; FREITAS, D.; SIMÕES, E.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. C. Climate change, hazards and vulnerability: multiscale analysis in northern coast of São Paulo, Brazil. In: ADAPTATION FUTURES, 2014, Fortaleza. **Abstract...** Fortaleza: Provia: Inpe, 2014. p. 1-2.

LEGAT, A. P. **Anestesia e hibridação experimental em laboratório de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae)**. 2015. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LEGAT, A. P.; OLIVEIRA, J. A. de; LAZOSKI, C. V. da S.; SOLE-CAVA, A. M.; MELO, C. M. R. de; GÁLVEZ, A. O. **Caracterização genética de ostras nativas do gênero Crassostrea no Brasil**: base para o estabelecimento de um programa nacional de melhoramento. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. 21 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 192). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80696/1/documento-192.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P. Metodologia para o transporte de caranguejo vivo com baixos índices de desperdícios. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 17, n. 1, p. 115-121, 2009. Nota técnica.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. L. M.; GÓES, J. M. de; GÓES, L. C. F.; ROUTLEDGE, E. A. B. **Biologia, ecologia e pesca do caranguejo-uçá**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2007. 1 cartilha.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. M. L.; GÓES, J. M. de; GÓES, L. C. F. **Caranguejo-uçá: métodos para captura, estocagem e transporte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 26 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 139).

LEGAT, J. F. A.; RASEIRA, M. B.; MARINO, M. V.; MOTA, R. I.; MOURA NETO, D.; DANIEL, R. Avaliação da captura do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, através do método tradicional e com a utilização de armadilhas tubulares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **[Livro de resumos]**. Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia, 2005. 3 p. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

MAR e ambientes costeiros. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. 323 p. Disponível em: <http://www.cgge.org.br/publicacoes/mar_amb_cost.php https://www.cgge.org.br/documents/10195/734063/mar_e_ambientes_costeiros_5021.pdf/e4a4d40b-fbc3-4da8-9c7c-552ec0f27470?version=1.3>. Acesso em: 6 mar. 2018.

MARTINS, T.; SCHINKE, C.; QUEIROZ, S. C. N.; BRAGA, P. A. C.; MELO, I. S.; REYES, F. G. Caracterização química de metabólitos produzidos por fungo de origem marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 4., 2016, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Instituto Agrônomo do Paraná: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2016. Disponível em: <www.recursosgeneticos.org/ToolSys/Download/Publicacao/32/1>. Acesso em: 10 nov. 2017.

MENDES, D. S. F.; BRITTO, F. B.; LIMA, P. S. C.; DINIZ, F. M. Uso de microssatélites ancorados como marcadores para o estudo da diversidade genética do caranguejo-uçá. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; SEMINÁRIO DE EXTENSÃO, 1., 2007, Teresina. **Produção científica na realidade contemporânea: anais**. Teresina: Ed. Universidade Estadual do Piauí, 2007. 1 CD-ROM.

NEPOMUCENO, A. R.; FARIA, D. A. de; CAVALCANTI, L. C. G.; BIAZIO, G. R. de; SILVA, N. M. A. da; SANCHES, E. G.; CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; BRAVO, I. A. F.; FOGAÇA, F. H. dos S.; MCMANUS, C.; CAETANO, A. R.; PAIVA, S. R. Filogeografia de *Rachycentron canadum* em cinco estados da costa brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém, PA. **[Resumos...]** Belém, PA: s. n., 2013. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/978863/1/Belemresumo291filogeografiaPC.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2017.

NOGUEIRA JÚNIOR, L. R.; DOMPIERI, M. H. G.; RANGEL, M. S. A.; RODRIGUES, R. F. de A.; MELO, A. F. R. de; TEODORO, A. V.; MARTINS, C. R.; ANJOS, J. L. dos; CURADO, F. F.; SANTOS, A. da S. dos; SOUZA, F. A.; BARROS, I. de; CARVALHO, L. M. de; CARVALHO, S. S.; NUNES, S. C. **Plano de manejo reserva particular do patrimônio natural (RPPN) do caju**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 75 p. (Embrapa tabuleiros costeiros. Documento, 187).

PEDALE, A. B.; FUJIMOTO, R. Y.; SANTOS, R. F. B.; ABRUNHOSA, F. A. Acute toxicity of sodium metabisulphite on mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda, Ucididae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 1009-1014, 2012.

PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; LEDRU, M.-P.; ARAVENA, R.; RICARDI-BRANCO, F. S.; BENDASSOLLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; SAIA, S. E. M. G.; SIFEDDINE, A.; MENOR, E. de A. S.; OLIVEIRA, S. M. B. de; CORDEIRO, R. C.; FREITAS, A. M. M. de; BOULET, R.; FILIZOLA, H. F. Interdisciplinary paleovegetation study in the Fernando de Noronha Island (Pernambuco State), northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 80, n. 4, p. 677-691, 2008.

PUCHNICK-LEGAT, A.; LEVY, J. A. Genetic structure of Brazilian populations of white mouth croaker *Micropogonias furnieri* (Perciformes : Sciaenidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 3, p. 429-439, 2006.

- PUCHNICK-LEGAT, A.; OLIVEIRA, J. A.; ARAÚJO, A.C.; SILVA, N. W. O. Diferenciação genética das espécies de ostras nativas (*Crassostrea sp*) no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3., 2010, Rio Grande. **Livro de programação**. [Balneário Camboriú: Associação Brasileira de Oceanografia], 2010. p. 00825-00827. Disponível em: <<https://www.aoceano.org.br/downloads>>. Acesso em: 6 mar. 2018.
- QUADROS, R. S. S.; CARVALHO, M. R. P.; SOARES, A. G.; LIMA, P. S. C.; BRITTO, F. B.; DINIZ, F. M. Microsatélites ancorados (ISSR) para a lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: ENCONTRO NORDESTINO DE BIÓLOGOS, 4.; ENCONTRO DE COORDENADORES DE CURSOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DO NORDESTE, 3., 2007, Teresina. **O biólogo e a qualidade de vida**: anais. Teresina: CRBio 5, 2007a. v. 1, p. 64.
- QUADROS, R. S. S.; CARVALHO, M. R. P.; SOARES, A. G.; LIMA, P. S. C.; DINIZ, F. M.; BRITTO, F. B. Seleção de marcadores moleculares para o estudo da diversidade genética em lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5.; SEMINÁRIO DE EXTENSÃO, 1., 2007, Teresina. **Produção científica na realidade contemporânea**: anais. Teresina: Ed. Universidade Estadual do Piauí, 2007b. 1 CD-ROM.
- REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; PRYTHON, A.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S. de; SOARES, S. S. Diagnóstico estratégico de instituições ofertantes e demandantes de tecnologias em pesca e aquicultura – Projeto Aquapesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 18., 2013, Paulo Afonso. [Anais...]. Paulo Afonso: Ed. Uneb, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166683/1/CNPASA-2013-conbep.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; RODRIGUES, I. A.; NEVES, M. C. M. **Avaliação de impactos ambientais para gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape-PB**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 230 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129156/1/2005OL-002.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2017.
- SANTOS, L. C. M.; PINHEIRO, M. A. A.; DAHDUOH-GUEBAS, F.; BITENCOURT, M. D. Population status and fishery potential of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in North-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 98, n. 2, p. 299-309, 2018.
- SANTOS, M. F.; SOUZA, I. G. B.; GOMES, S. O.; SILVA, G. R.; BENTZEN, P.; DINIZ, F. M. Isolation and characterization of microsatellite markers in the spiny lobster, *Panulirus echinatus* Smith, 1869 (Decapoda: Palinuridae) by Illumina MiSeq sequencing. **Journal of Genetics**, v. 97, p. e25-e30, 2018. Online resources. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12041-018-0895-y>.
- SCHINKE, C.; MARTINS, T.; SILVA, F. S. P.; SOUZA, D. T.; MELO, I. S.; REYES, F. G. Atividade antibacteriana de metabólitos de actinomicetos marinhos contra patógenos de peixes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 3., 2014, Santos. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2014. Resumo 427.
- SCUSSEL, A. Embrapa lança sistema de disponibilização de dados geoespaciais. **MundoGeo**, 25 abr. 2012. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2012/04/25/embrapa-lanca-sistema-de-disponibilizacao-de-dados-geoespaciais/>>. Acesso em: 15 nov. 2017.
- SOARES, A. G.; BRITTO, F. B.; VALENTE, S. E. S.; DINIZ, F. M. Diversidade genética em lagosta espinhosa, *Panulirus echinatus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA BIODIVERSIDADE E SUSTENTABILIDADE, 28., 2010, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2010. p. 150.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Embrapa cria embalagens que prometem não agredir o meio ambiente.** Rio de Janeiro, 3 jun. 2014. Disponível em: <<http://sna.agr.br/embrapa-cria-embalagens/>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

SOUZA, W. R.; PARMA, M. M.; SANTOS, S. M.; ÁVILA, L. A.; PELLIZARI, V. H.; MELO, I. S. Isolamento de *Bacillus* sp. e gêneros correlatos de ecossistemas antárticos e potencial de prospecção para descoberta de antibióticos. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2011. 1 CD-ROM.

SUL, J. A. I. do; SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, n. 4, p. 814-823, 2011.

VICENTE, M. A. **Embrapa vai coordenar Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União.** Brasília, DF: Embrapa, 2016. Notícias: pesca e aquicultura: produção animal: manejo de recursos hídricos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8802988/embrapa-vai-coordenar-rede-nacional-de-pesquisa-e-monitoramento-ambiental-da-aquicultura-em-aguas-da-uniao>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

1 BRITTO, F. B.; SCHMIDT, A. J.; CARVALHO, A. M. F.; VASCONCELOS, C. C. M. P.; FARIAS, A. M.; BENTZEN, P.; DINIZ, F. M. Population connectivity and larval dispersal of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus* along the Brazilian coast. **PeerJ**. Accepted April 2018.

Capítulo 4

Uso sustentável dos mares para soberania alimentar

Carlos Alberto da Silva

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Hamilton Hisano

Angela Puchnick-Legat

Jefferson Francisco Alves Legat

Alitiene Moura Lemos Pereira

Alexandre Nizio Maria

Paulo César Falanghe Carneiro

Samuel Rezende Paiva

Introdução

Os mares e oceanos contribuem para a soberania alimentar das nações por meio da pesca e aquicultura, e também para a manutenção das fontes de água doce e do clima da Terra. Há uma crescente demanda por pescado para a alimentação humana na maioria dos países produtores (FAO, 2016), sendo que estimativas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) indicam que a demanda global por esses produtos irá aumentar em 70% nos próximos 30 anos. Hoje, a maior parcela desta demanda (71%) é suprida pelos estoques naturais capturados, em que a aquicultura desponta como uma atividade com potencial para fornecer pescado em longo prazo e com sustentabilidade (Boletim de Estudos & Pesquisas, 2015).

À medida que a população humana mundial continuar a expandir-se para além de 8 bilhões, a dependência da produção aquícola como uma importante fonte de proteína também aumentará. A produção aquícola mundial de peixes mais que dobrou, passando de 32,4 milhões de toneladas em 2000 para 73,8 milhões em 2014. O Brasil ocupa a 14ª posição no ranking mundial, com um total de 562.500 toneladas de pescado (1,1% do total mundial) sendo 474.300 toneladas de peixes de água doce, 65.100 toneladas de crustáceos e 22.100 toneladas de moluscos (FAO, 2016). A maricultura brasileira é concentrada em camarões e moluscos, entretanto, pode-se desenvolver a piscicultura marinha por causa de seus enormes recursos naturais ambientais e condições climáticas adequadas (Schwarz et al., 2007; Cavalli; Hamilton, 2009; Cavalli et al., 2011; Collaço et al., 2015), principalmente considerando que o Brasil dispõe de uma vasta costa marítima, com

mais de 8.500 km de extensão e grandes áreas de estuário, que se aproximam de 2,5 milhões de hectares (Barroso et al., 2007).

Nesse sentido, a Embrapa, juntamente com parceiros, vem desenvolvendo projetos voltados para aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologias marinhas, a fim de melhorar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento do País, sendo que os resultados aqui descritos poderão ser replicados em países com condições ambientais semelhantes dentro da América Latina (meta 14.a). Neste capítulo serão descritas ações, projetos e resultados de pesquisas voltadas ao desenvolvimento e à sustentabilidade da aquicultura, com vistas ao desenvolvimento econômico e social do Brasil (meta 14.7).

A carcinicultura marinha na Embrapa

As primeiras pesquisas com maricultura da Embrapa estão relacionadas com a carcinicultura marinha no Nordeste. O primeiro trabalho, publicado em 2001, fruto da parceria entre a Embrapa Meio-Norte e a Universidade Federal do Ceará (UFC), avaliou a qualidade do camarão (*Litopenaeus vannamei*) (Diniz et al., 2001). O segundo foi realizado em 2003, pela Embrapa Agroindústria Tropical, e descreveu os desafios da pesquisa voltados à sustentabilidade ambiental da carcinicultura no Brasil, relacionando os aspectos ambientais locais aos impactos negativos e positivos da produção comercial de camarão (Figueirêdo et al., 2003).

Entre 2003 e 2006, a Embrapa Meio-Norte conduziu dois projetos, financiados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), como apoio ao desenvolvimento da carcinicultura no litoral do Piauí, direcionados ao estudo da variabilidade genética dos reprodutores nos laboratórios de maturação e larvicultura (Maggioni et al., 2006) e ao monitoramento da qualidade da água de estuários e viveiros de criação (Arzabe et al., 2006). Em 2004, a Embrapa Meio-Norte publicou um manual de biossegurança para fazendas de camarão, com objetivo de prevenir a disseminação de doenças entre os estados produtores (Pereira et al., 2004). Nesse mesmo ano, foi financiada pelo Banco do Nordeste pesquisa para substituição de fontes proteicas de origem animal por vegetal em rações para camarões marinhos, a fim de reduzir os nutrientes (N e P) presentes na água dos viveiros.

No entanto, com o agravamento das perdas zootécnicas e econômicas da produção de camarões no Brasil, causadas pela propagação de doenças virais e

bacterianas nas fases de recria e engorda, foram estabelecidas e ampliadas parcerias com outras unidades e universidades, para o desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria da condição sanitárias dos plantéis. Assim, pesquisas e estudos foram financiados pela Finep, CNPq, Banco do Nordeste, pelo antigo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e pela Embrapa para a identificação das principais doenças de ocorrência no Brasil, seus sinais e efeitos na produção, a prevenção de problemas sanitários, o uso de imunostimulantes nas dietas e o estabelecimento de programa de melhoramento genético.

Com essa aproximação entre a academia, parceiros privados e Embrapa, foram estabelecidas as redes nacionais: Rede de Pesquisa em Carcinicultura do Nordeste (Recarcine), Bases Tecnológicas para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura no Brasil (Aquabrasil) e Rede de Carcinicultura Nacional (Recarcina). Essas redes trouxeram avanços do conhecimento na área de genética (Legat et al., 2005, 2008; Maggioni et al., 2013) e sanidade aquícola (Pereira et al., 2010; Morales-Covarrubias et al., 2011), mas também desenvolveram tecnologias para: a) produção de espécies nativas como o camarão marinho *Farfantepenaeus subtilis* (Buarque et al., 2009, 2010); b) formulação de dietas ambientalmente amigáveis para o camarão marinho; c) padronização de indicadores de sustentabilidade baseados em parâmetros reais de produção; d) processos para obtenção de farinha, adubo e silagem a partir de resíduos do processamento do camarão, visando à agregação de valor ao produto e à minimização dos impactos causados por esses resíduos (Fogaça, 2008; Vieira et al., 2011, 2013; Fogaça et al., 2014; Savay-da-Silva et al., 2016); e) obtenção de produtos com alto valor de mercado como a quitosana e a quitina a partir dos resíduos da filetagem do camarão; e f) obtenção de hidrolisado proteico a partir de resíduos de camarão (Leal et al., 2010). Em 2013, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia constituiu a rede de pesquisa para prospecção de informações genômicas e geração de ferramentas moleculares inovadoras para novas espécies e pré-melhoramento do camarão.

Em 2014, foi elaborado pela Embrapa Tabuleiros Costeiros em parceria com a Universidade Federal de Sergipe (UFS) um documento sobre a prática e o manejo da carcinicultura familiar no estado de Sergipe (Lima; Silva, 2014), o qual apresenta contribuições para consolidar a atividade em bases sustentáveis; melhor uso dos espaços estuarinos sergipanos que se encontram sob intensa pressão antrópica; benefícios diretos às populações locais com a geração de renda e segurança alimentar.

A ostreicultura na Embrapa

Outra atividade desenvolvida pelos projetos da Embrapa é o cultivo de ostras (ostreicultura). No Brasil, cerca de 90% da produção nacional de ostras cultivadas está concentrada em Santa Catarina, com foco na espécie exótica *Crassostrea gigas*. No entanto, por causa da restrição do cultivo de *C. gigas* em águas mais frias, a ostra nativa *Crassostrea gasar* é considerada como a espécie com maior potencial para o desenvolvimento da ostreicultura nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

Desde 2003, a Embrapa Meio-Norte iniciou pesquisas relacionadas ao cultivo de ostras nativas (*C. gasar* e *C. rhizophorae*) como biorremediador no tratamento prévio de efluentes da carcinicultura, reduzindo a descarga de nutrientes nos estuários (Pereira et al., 2007a). Nos anos seguintes, passou a desenvolver o cultivo de ostras nativas em sistema fixo com a utilização de travesseiros em complexos estuarinos do Piauí e do Maranhão, em comunidades de pescadores artesanais, como um modelo de unidade produtiva para ostreicultura familiar (Pereira et al., 2007b).

Em 2008, a Embrapa Meio-Norte passou a integrar a Rede Nacional de Pesquisa em Ostras Nativas, juntamente com oito universidades (Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Universidade Federal da Bahia – Ufba, Universidade Federal do Espírito Santo – Ufes, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Universidade da Região de Joinville – Univille), o Instituto de Pesca de São Paulo e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). A partir de 2011, foram realizadas pesquisas que permitiram avaliar que: a) o uso de anestésicos auxilia na seleção de animais aptos à reprodução em laboratório (Legat, 2015a); b) a salinidade de 28 ups (unidade prática de salinidade) é a melhor na larvicultura de *C. gasar* em laboratório; c) o ciclo reprodutivo no Nordeste é intermitente e no Sul está concentrado na primavera e verão; d) o crescimento e a sobrevivência da espécie cultivada no Sul são melhores quando comparados ao Nordeste, sendo 8 meses o tempo ideal para alcançar o tamanho comercial (Legat, 2015b). Em 2017, a Embrapa Aquicultura e Pesca caracterizou as unidades produtoras de ostras em Santa Catarina com o intuito de fomentar essa cadeia produtiva no âmbito das pesquisas da Embrapa (Mataveli et al., 2017).

A piscicultura marinha na Embrapa

Dentro do escopo das atividades de maricultura fomentadas pela Embrapa, também está a piscicultura marinha, uma das grandes alternativas para o Brasil

aumentar sua produção de pescado. Por isso, a Embrapa Tabuleiros Costeiros estruturou a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Piscicultura Marinha (Repimar), constituída por pesquisadores da UFRPE, Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe), UFSC, Universidade Federal do Rio Grande (Furg), Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj), Universidade Federal de Lavras (Ufla), USP, Instituto de Pesca e as Unidades da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Meio-Norte, que atuavam em parceria desde 2007.

Em 2009, como fruto de suas iniciativas, a Repimar aprovou o Projeto Bijupirá: Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para a criação do bijupirá no Brasil, com recursos da Embrapa, CNPq, MPA e Capes, fomentando uma rede com mais de 70 especialistas de 12 instituições de pesquisa brasileiras e duas do exterior. A gestão e captação de recursos ao projeto foram fortalecidas com a criação de duas sub-redes: Nutrição, Sanidade e Recursos Genéticos e Sistemas de Produção, Qualidade Ambiental e Processamento, sob a coordenação da UFRPE e Furg, respectivamente, com resultados relevantes para o setor produtivo na área de processamento, sistemas de produção, manejo ambiental, recursos genéticos, sanidade e nutrição.

Usualmente, em dietas para peixes marinhos, a maior parte da proteína animal é oriunda da farinha de peixe por causa da sua qualidade nutricional. Em 2006, estudos prévios envolvendo a nutrição e alimentação do bijupirá (*Rachycentron canadum*), conduzidos pela Embrapa em parceria com a UFRB, Ufba, Universidade Estadual de Santa Catarina (Uesc) e a Bahia Pesca S.A., avaliaram a digestibilidade de alguns ingredientes comumente utilizados para fabricação de rações no Brasil, como farinha de peixe, farinha de sangue, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras de aves, farelo de soja e glúten de milho (Portz et al., 2008).

O Projeto Bijupirá continuou nessa linha de pesquisa e determinou níveis de substituição da farinha de peixe por subprodutos de outras indústrias como a do camarão (hidrolisado proteico) e de aves (farinha de vísceras de frango), ingredientes disponíveis em grandes quantidades no mercado nacional, de menor custo e que não prejudicam o desempenho zootécnico e a qualidade dos peixes, sendo de extrema importância para a sustentabilidade econômica e ambiental da criação do bijupirá, com vistas à redução da pressão sobre as espécies de peixes forrageiros como a enchoveta e a sardinha, entre outros utilizados na fabricação da farinha de peixe industrial, ocasionando sobrepesca e até mesmo a depleção de alguns desses estoques.

No processamento, foram desenvolvidas tecnologias para o abate do bijupirá e aproveitamento integral da espécie com desenvolvimento de cortes e produtos; a elaboração do protocolo para avaliação sensorial do bijupirá fresco; a determinação da vida útil sob armazenamento resfriado; os indicadores inteligentes foto-crômicos para acompanhamento de sua vida útil; a identificação dos parâmetros da produção relacionados à sua rastreabilidade; o desenvolvimento de embalagens com atmosfera modificada para filés; e a obtenção de colágeno a partir da pele do bijupirá (Cavalli et al., 2016).

Com relação aos sistemas de produção, foram avaliados três sistemas: 1) produção *offshore* ou em alto mar, no litoral de Pernambuco, 2) produção *nearshore* ou próxima à costa no litoral do Rio de Janeiro e São Paulo, em cultivos familiares (Figura 1, modelo de tanque-rede), e 3) produção em sistema fechado de recirculação de água na Furg, Rio Grande do Sul.

Todos os sistemas apresentaram-se viáveis tecnicamente, com indicação de desempenho zootécnico, taxas de estocagem, tempo de cultivo, taxas de alimentação e protocolos sanitários. O manejo ambiental monitorou os parâmetros da água de produção do bijupirá em alto mar, e identificou um baixo impacto na área dos tanques-rede e seu entorno com incremento da fauna bentônica local.

Foto: Fabíola Helena dos Santos Fogaça



Figura 1. Produção de bijupirás *nearshore* em sistema de tanques-rede marinhos.

Os recursos genéticos avaliaram a diversidade genética de exemplares selvagens (Bahia, Ceará e Piauí) e de cativeiro (São Paulo e Pernambuco), observando baixa variabilidade entre os espécimes de estoques naturais e os provenientes de sistema de cultivo, o que indica que a fecundação dos óvulos liberados pelas fêmeas de vida livre no ambiente possa ocorrer por um pequeno número de reprodutores e que, em cativeiro, os acasalamentos foram aleatórios. A caracterização do sêmen, somada à caracterização genética das populações selvagens e de cativeiro, torna possível o estabelecimento de bancos de germoplasma de grande importância para futuros programas de melhoramento genético e conservação (Araújo et al., 2013). A sanidade identificou os principais problemas que acometem a espécie, tanto em cativeiro quanto em ambiente natural. No controle de infestações de *Amyloodinium ocellatum* no bijupirá, foi avaliada a utilização de extratos aquosos de amendoeira e nim e do sulfato de cobre com efeitos promissores dos extratos após 48 horas (eliminação de 86% dos parasitos e sobrevivência de 95% dos juvenis) e do sulfato em 24 horas. O *Amyloodinium* é um parasita que se instala nas brânquias e causa grande mortalidade na produção de peixes em cativeiro.

Todos esses resultados servirão para estabelecer sistemas de produção sustentáveis do bijupirá no Brasil, contribuindo para a produção de pescado marinho de qualidade. Além desses resultados, os principais desdobramentos do Projeto Bijupirá foram a articulação e formatação de rede de pesquisa e inovação em piscicultura marinha, a integração de equipes de trabalho de diversas instituições em regiões diferentes no Brasil, o engajamento da Embrapa na área de piscicultura marinha e de novas parcerias para futuros projetos.

Tecnologias para melhor aproveitamento do pescado marinho

Muitas tecnologias da Embrapa na área de recursos marinhos estão ligadas ao processamento e aproveitamento integral do pescado. A Embrapa Agropecuária Oeste, em parceria com a Ufba e UFRB, estudou a incorporação de ômega-3 no tecido muscular da tilápia-do-nilo alimentada por meio de dietas contendo silagem de cabeça de camarão. A inclusão de 16% da silagem na dieta das tilápias aumentou significativamente os níveis de incorporação de EPA (eicosapentaenoico) e DHA (docosahexanoico) no filé de tilápia, melhorando o seu perfil nutricional, além de oportunizar o uso de subprodutos da produção marinha para indústria aquícola continental (Costa et al., 2012). A Embrapa Agroindústria de Alimentos desenvolveu um processo para o aproveitamento dos resíduos da filetagem do

salmão e menor descarte de resíduos (Góes et al., 2014). A Embrapa Pesca e Aquicultura estudou alternativas à sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) para enlatamento pela indústria de pescado.

A qualificação do pescado, em termos de contaminação por resíduos de agrotóxicos, metais, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) e outras substâncias, também é foco da Embrapa. Em 2010, uma rede coordenada pela Embrapa Meio Ambiente padronizou a determinação desses compostos em pescado, otimizando, em 2014, a técnica de detecção multirresíduos para organoclorados em camarão marinho (Ferracini et al., 2014). Em 2011, a análise da presença de ficotoxinas, produzidas por algas marinhas, também foi padronizada (Bobeda; Godoy, 2011).

Em 2015, a Embrapa Meio-Norte, em parceria internacional com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera e o Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal, determinou a bioacessibilidade (porção de um composto que fica disponível para absorção após a digestão humana) de biotoxinas em bivalves marinhos, metais e PAHs em bivalves, camarões marinhos e macroalgas (Fogaça et al., 2016; Alves et al., 2017; Manita et al., 2017). Nesse projeto, os efeitos das mudanças climáticas (aumento na temperatura e acidificação dos mares e oceanos) na bioacumulação de contaminantes em espécies da aquicultura também foram determinados. A elevação da temperatura em 4 °C, combinada ou não com uma redução de 0,4 pontos no pH da água, promoveu maior bioacumulação de compostos conhecidos como poluentes orgânicos persistentes, demonstrando um efeito acumulativo ao longo do tempo de exposição (Maulvault et al., 2017).

Prospecção de espécies nativas marinhas

Na prospecção de espécies nativas para produção em cativeiro, a Embrapa Meio-Norte, em parceria com a Universidade Federal do Maranhão (Ufma), desenvolveu um estudo preliminar sobre o cultivo do camurupim (*Megalops atlanticus*), simulando os sistemas de engorda desenvolvidos para a espécie por pescadores locais. O estudo mostrou que o peixe tem dificuldade em aceitar rações comerciais por causa de seu hábito carnívoro, mas cresce bem em diferentes densidades de estocagem. Outros estudos estão prospectando a produção comercial de algas marinhas (micro e macroalgas). A determinação da composição nutricional de algas marinhas (*Asparagopsis taxiformis*, *Centroceras clavulatum*, *Chaetomorpha aerea*, *Sargassum filipendula* e *Spyridia hypnoides*) foi estudada para seu uso na alimentação humana (Diniz et al., 2011). A avaliação da sustentabilidade de cultivo de macroalga *Gracilaria birdiae* no litoral de Flecheiras, CE, está sendo realizada

pela Embrapa Meio-Norte. A Embrapa Agroenergia caracterizou a composição química da biomassa da microalga *Nannochloropsis oculata* cultivada em tanque aberto tipo *raceways* com fins alimentícios e para produção de energia limpa (Ribeiro et al., 2016).

Ações institucionais

Com relação à ação institucional, em 2015, foi estruturado o Portfólio de Aquicultura da Embrapa, cujos objetivos são organizar as demandas e selecionar as áreas prioritárias de pesquisa, promover e acompanhar a obtenção dos resultados finalísticos a serem alcançados, considerando-se os objetivos estratégicos da Empresa. Atualmente, a Embrapa possui projetos aprovados em maricultura: na área de ostreicultura, no desenvolvimento de sistemas multitróficos com camarão marinho e na piscicultura marinha. Neste último segmento, foi aprovada com recursos do Fundo de Tecnologia do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Funtec/BNDES) a construção do Laboratório de Pesquisa e Inovação em Piscicultura Marinha na Embrapa Tabuleiros Costeiros, que atuará com foco no desenvolvimento de tecnologias de produção das espécies nativas de peixes marinhos.

Referências

- ALVES, R. N.; MAULVAULT, A. L.; BARBOSA, V. L.; FERNANDEZ-TEJEDOR, M.; RAMBLA-ALEGRE, M.; DIOGENE, J.; TEDIOSI, A.; KWADIJK, C. J. A. F.; KOTTERMAN, M.; HEUVEL, F. H. M. van den; ROBBENS, J.; CUNHA, S.; RASMUSSEN, R. R.; SLOTH, J. J.; ÁLVAREZ-MUÑOZ, D.; RODRÍGUEZ-MOZAZ, S.; AZNAR-ALEMANY, O.; ELJARRAT, E.; BARCELÓ, D.; MANITA, D.; BRAGA, A. C.; FOGAÇA, F.; COSTA, P. R.; MARQUES, A. Bioaccessibility of contaminants of emerging concern in raw and cooked commercial seafood species: insights for food safety risk assessment. In: SEAFOOD SAFETY – NEW FINDINGS & INNOVATION CHALLENGES, 2017, Brussels. **Abstract book**. Brussels: Royal Flemish Academy of Science and the Arts, 2017. p. 14.
- ARAÚJO, R. V.; MARIA, A. N.; SANCHES, E. G.; CARNEIRO, P. C. F.; SANTOS, E. S.; MORAIS, C. A. R. S. Caracterização do sêmen de bijupirá (*Rachycentron canadum*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA DE ESPÉCIES NATIVAS, 4., 2013, Belém. [Resumos... Belém: s.n.], 2013.
- ARZABE, C.; FURTADO, G. L.; ROLEMBERG, K. F.; BRUNINI, J. C.; PEREIRA, A. M. L. Padrões de clorofila a nos estuários Cardoso-Camurupim, Piauí, Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 2., 2006, Bento Gonçalves, RS. **AquaCiência**. Bento Gonçalves: Aquabio, 2006 p. 2.
- BARROSO, M. V.; SOUZA, G. A. P.; THOMÉ, J. C. A.; LEITE JÚNIOR, N. O.; MOREIRA, L. M. P.; SANGALIA, C.; SALES, E. F.; DURÃO, J. N. Estratégias de conservação das populações de robalos *Centropomus* spp. na foz do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 1465-1468, 2007.

BOBEDA, C. R. R.; GODOY, R. L. de O. Determinação de ficotoxinas em pescados por cromatografia líquida com detecção por espectrometria de massas (LC-MS). In: FÓRUM DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 6., 2011, Seropédica. **O desenvolvimento sustentável como desafio na pesquisa**: anais... Seropédica: Ed. UFRRJ, 2011. 1 CD-ROM.

BOLETIM DE ESTUDOS & PESQUISAS. Brasília: UGE, SEBRAE, n. 48, dez. 2015. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/estudos%20e%20pesquisas%20-%20dezembro%202015.pdf>> Acesso em: 8 dez. 2017.

BUARQUE, D. S.; CASTRO, P. F.; SANTOS, F. M. S.; AMARAL, I. P. G.; OLIVEIRA, S. M.; ALVES, K. B.; CARVALHO JUNIOR, L. B.; BEZERRA, R. S. Digestive proteinases and peptidases in the hepatopancreas of southern brown shrimp (*Farfantepenaeus subtilis*) in two sub-adult stages. **Aquaculture Nutrition**, v. 16, p. 359-369, 2010.

BUARQUE, D. S.; CASTRO, P. F.; SANTOS, F. M. S.; LEMOS, D.; CARVALHO JÚNIOR, L. B.; BEZERRA, R. S. Digestive peptidases and proteinases in the midgut gland of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Aquaculture Research**, v. 40, n. 7, p. 861-870, 2009.

CAVALLI, R. O.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 155-164, 2011. Suplemento especial.

CAVALLI, R. O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, n. 6, p. 64-69, dez. 2009. Suplemento.

CAVALLI, R. O.; POERSCH, L. H. S.; FOGAÇA, F. H. S. **Manual de tecnologias para o abate, processamento e rastreabilidade do bijupirá**. Rio Grande: Ed. FURG, 2016. 74 p.

COLLAÇO, F. A.; SARTOR, S. M.; BARBIERI, E. Uso do geoprocessamento para definição de áreas para o cultivo de ostras na região estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 15, n. 2, p. 193-207, 2015.

COSTA, C. N.; SILVA, J. R.; MELO, F. V. S. T.; HISANO, H.; PORTZ, L.; DRUZIAN, J. Incorporação de ômega-3 no tecido muscular da tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo silagem de cabeça de camarão. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 172-177, 2012.

DINIZ, F. M.; CINTRA, I. H. A.; OGAWA, N. B. P.; SOUZA, M. R.; VIEIRA, I. J. A.; OGAWA, M. Inhibitory effect of hexylresorcinol on melanosis and decomposition of trimethylamine oxide (TMAO) in shrimp on ice and in frozen storage. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 1, n. 1, p. 131-140, 2001.

DINIZ, G. S.; BARBARINO, E.; OIANO-NETO, J.; PACHECO, S.; LOURENÇO, S. O. Gross chemical profile and calculation of nitrogen-to-protein conversion factors for five tropical seaweeds. **American Journal of Plant Sciences**, v. 2, n. 3, p. 287-296, 2011.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2016**: contributing to food security and nutrition for all. Rome, 2016. 190 p.

FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S. C. N.; ROSA, M. A.; SOUZA, D. R. C.; QUEIROZ, J. F.; PARAIBA, L. C. Análise de agrotóxicos organoclorados em camarão e pescado por cromatografia a gás com detector de micro captura de elétrons (CG – μ ECD). **Pesticidas**, v. 24, p. 13-20, 2014.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ROSA, M. F.; GONDIM, R. S. Sustentabilidade ambiental da carcinicultura no Brasil: desafios para a pesquisa. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 34, n. 2, p. 242-253, abr./jun. 2003.

FOGAÇA, F. H. S. **Recomendações técnicas para elaboração da silagem de camarão marinho**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 49).

- FOGAÇA, F. H. S.; ALVES, R. N.; MAULVAULT, A. L.; BARBOSA, V. L.; BANDARRA, N.; POUSÃO, P.; MARQUES, A. Mercury *in vitro* bioaccessibility in seaweed (*Ulva* sp.): effects of cooking practices. In: SIMPÓSIO NACIONAL, 3., 2016, Lisboa. **Promoção de uma alimentação saudável e segura**. Lisboa: Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnpqia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157104/1/ArtigoMercury-Capa1.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.
- FOGAÇA, F. H. S.; VIEIRA, S. G. A.; SANTOS FILHO, L. G. A.; MAGALHÃES, J. A.; GOMES, T. N.; FERREIRA, I. A.; SILVA, T. F. A. Padronização da produção e desenvolvimento de tecnologias de estocagem da farinha de cefalotórax de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*). **Revista Magistra**, v. 26, n. 3, p. 277-284, 2014.
- GÓES, L. C. D. S. A.; FURTADO, A. A. L.; FERREIRA, M. H. C. Produção de carne mecanicamente separada a partir do resíduo da filetagem do salmão. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 6., 2014, Santos. [Anais... Santos: Unisantos], 2014. 1 CD-ROM.
- Leal, A. L. G.; Castro, P. F.; Lima, J. P. V.; Correia, E. S.; Bezerra, r. s. s. Use of shrimp protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) feeds. **Aquaculture International**, v. 18, n. 4, p. 635-646, 2010.
- LEGAT, A. P. **Anestesia e hibridação experimental em laboratório de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae)**. 2015a. 112 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LEGAT, A. P.; LOEBMANN, D.; MAI, A. C. G.; PEREIRA, A. M. L. Diagnóstico das técnicas de manejo reprodutivo adotadas na produção de camarões marinhos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **Anais... Vitória: [s.n.]**, 2005. p. 7.
- LEGAT, A. P.; MAGGIONI, R.; KAMIMURA, M. T.; MENEZES, A. G.; ARAÚJO, A. C. Potencial de *Litopenaeus vannamei* para o melhoramento genético e a sustentabilidade da carcinicultura no Estado do Piauí-Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3.; CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA, 1., 2008, Fortaleza. **Anais... Fortaleza: Associação Brasileira de Oceanografia**, 2008. 3 p.
- LEGAT, J. F. A. **Reprodução e cultivo das ostras *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757), nos estados do Maranhão e Santa Catarina**. 2015b. 120 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- LIMA, J. S. G.; SILVA, C. A. (Ed.). **Carcinicultura marinha familiar no estuário do Rio Vaza-Barris, Sergipe**: implicações para uma produção sustentável. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 76 p.
- MAGGIONI, R.; COIMBRA, M. R. M.; DINIZ, F. M.; COSTA, R. B.; MOLINA, W. F.; OLIVEIRA, D. M.; LEGAT, A. P. Genetic variability of the marine shrimp in the Brazilian industry. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 968-974, 2013.
- MAGGIONI, R.; COIMBRA, R.; MOLINA, W. F.; LEGAT, A. P.; DINIZ, F. M. Marcadores de DNA já podem identificar os diferentes plantéis de camarões criados no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 98, p. 44-49, 2006.
- MANITA, D.; ALVES, R. N.; BRAGA, A. C.; FOGAÇA, F. H. S.; MARQUES, A.; COSTA, P. R. *In vitro* bioaccessibility of the marine biotoxins okadaic acid, dinophysistoxin-2 and their 7-O-acyl fatty acid ester derivatives in raw and steamed shellfish. **Food and Chemical Toxicology**, v. 101, p. 121-127, 2017.
- MATAVELI, M.; REZENDE, F. P.; KATO, H.; MUÑOZ, A. E. P.; EVANGELISTA, D. K. R.; MACIEL, E. S. **Aspectos tecnológicos da produção de ostra em Florianópolis (SC)**. Brasília, DF: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2017. 9 p. (Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Boletim ativos aquicultura, 11).

MAULVAULT, A.; CAMACHO, C.; SAMPAIO, E.; BARBOSA, V.; ALVES, R.; FOGAÇA, F. H. S.; KWADIJK, C.; KOTTERMAN, M.; SLOTH, J.; RASMUSSEN, R. R.; ELJARRAT, E.; AZNAR-ALEMANY, O.; CUNHA, S. Can seafood safety be compromised in the ocean tomorrow? In: SEAFOOD SAFETY – NEW FINDINGS & INNOVATION CHALLENGES, 2017, Brussels. **Abstract book**. Brussels: Royal Flemish Academy of Science and the Arts, 2017. p. 24.

MORALES-COVARRUBIAS, M. S.; RUIZ-LUNA, A.; MOURA-LEMUS, A. P.; MONTIEL, V. T. S.; CONROY, G. Prevalencia de enfermedades de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado en ocho regiones de Latinoamérica. **Revista Científica**: FCV-LUZ, v. 21, n. 5, p. 434-446, 2011.

PEREIRA, A. M. L.; COSTA FILHO, G. da S.; LEGAT, A. P.; LEGAT, J. F. A.; ROUTLEDGE, E. A. B. **O uso de ostras na biorremediação de efluentes da aquíicultura**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2007a. 23 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 162).

PEREIRA, A. M. L.; COSTA FILHO, G. da S.; LEGAT, A. P.; LEGAT, J. F. A.; ROUTLEDGE, E. A. B. **A criação de ostras para a aquíicultura familiar**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2007b. 29 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 163).

PEREIRA, A. M. L.; LEGAT, A. P.; LEGAT, J. F. A.; CASTRO, P. F. Biossegurança em fazendas de camarão. **Revista da ABCC**, v. 6, n. 1, p. 55-58, 2004.

PEREIRA, A. M. L.; OLIVEIRA, J. A.; LEGAT, A. P. Avaliação da quantidade e qualidade de RNA extraído para diagnóstico de vírus em camarão marinho. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS, 11., 2010, Campinas. [Anais...]. Maringá: ABRAPOA, 2010. p. 0216.

PORTZ, L.; HISANO, H.; SOUZA FILHO, J. J.; TESSER, M. B. Apparent digestibility of nutrients of selected feed ingredients in practical diets by cobia *Rachycentron canadum*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FISH NUTRITION AND FEEDING, 13., 2008, Florianópolis. **Abstracts...** Florianópolis: EcoAqua, 2008. p. 268.

RIBEIRO, D. M.; S. JUNIOR, P. L. D.; TELES, V. C.; SOARES, I. P.; GARCIA, L. C.; ABREU, P. C. V.; BRASIL, B. S. A. F. Caracterização da composição química da biomassa da microalga *Nannochloropsis oculata* cultivada em tanque aberto tipo raceway. In: ENCONTRO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA EMBRAPA AGROENERGIA, 3., 2016, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 123-129. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/150662/1/III-EnPI-2016-125-131.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

SAVAY-DA-SILVA, L. K.; VIEIRA, S. G. A.; SANTOS-FILHO, L. A.; PEREIRA, A. M. L.; MAGALHAES, J. A.; FOGAÇA, F. H. S. Qualidade nutricional da farinha de subprodutos de camarão *Litopenaeus vannamei*. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PESCADO, 7., 2016, São Paulo. **Estratégias para aumentar o consumo de pescado**: anais. São Paulo: Instituto de Pesca, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1065607/1/QualidadenutricionaldafarinhadesubprodutosdecamaraoLitopenaeusvannamei.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SCHWARZ, M. H.; MOWRY, D.; MCLEAN, E.; CRAIG, S. R. Performance of advanced juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, reared under different thermal regimes: evidence for compensatory growth and a method for cold banking. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 19, n. 4, p. 71-84, 2007.

VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. S.; FERREIRA, I. A.; GOMES, T. N.; RODRIGUES, A. A. D.; MAGALHAES, J. A.; COSTA, N. L. Características físico químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **Pubvet**, v. 7, n. 18, ed. 241, art. 1591, 2013.

VIEIRA, S. G. A.; FOGAÇA, F. H. S.; FERREIRA, I. A.; RODRIGUES, A. A. D.; GOMES, T. N. **Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho** (*Litopenaeus vannamei*). Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 4 p. (Embrapa Meio Norte. Circular Técnica, 52).

Capítulo 5

Desenvolvimento sustentável da pesca

Hellen Christina de Almeida Kato

Diego Neves de Sousa

Alitiene Moura Lemos Pereira

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Angela Puchnick-Legat

Jefferson Francisco Alves Legat

Izabela Miranda de Castro

Sidinéia Cordeiro de Freitas

Introdução

A pesca marinha e estuarina no Brasil é desenvolvida por milhões de pescadores e produz quase 500 mil toneladas de pescado por ano (FAO, 2017), constituindo-se importante fonte de alimento, emprego, renda e receitas para o País (Haimovici et al., 2014). No entanto, desde a década de 1990, encontra-se estagnada, com seus estoques sobre-explorados. Por isso, a Embrapa, em parceria com diversas instituições, vem desenvolvendo projetos e ações de intervenção para aumentar o conhecimento científico, melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para o desenvolvimento socioeconômico do País, dentro da meta já descrita no [capítulo anterior](#) (14.a), além de executar projetos que visam proporcionar o acesso dos pescadores artesanais de pequena escala (Figura 1) aos recursos marinhos e mercados (meta 14.b).

Dentro das ações já desenvolvidas, muitas visam atender à meta 14.7: Até 2030, aumentar os benefícios econômicos para os pequenos Estados insulares em desenvolvimento e os países menos desenvolvidos, a partir do uso sustentável dos recursos marinhos, inclusive por meio de uma gestão sustentável da pesca, aquicultura e turismo (Nações Unidas, 2017).

Extrativismo de crustáceos

Os estudos com a pesca estuarina iniciaram-se com projetos relacionados ao extrativismo do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), importante recurso, tanto ecológico pelo seu papel na reciclagem de nutrientes na estrutura trófica do mangue (Christofoletti et al., 2013; Santos et al., 2016a) quanto pesqueiro, por ser responsável pelo sustento de milhares de pessoas nas zonas rurais costeiras brasileiras



Foto: Fabíola Helena dos Santos Fogaça

Figura 1. Detalhe de pesca artesanal estuarina no Piauí.

(Alves; Nishida, 2002, 2003; Nascimento et al., 2012, 2017). No Delta do Rio Parnaíba, a captura do caranguejo-uçá representa 30% do pescado desembarcado no estado do Piauí (Fogaça et al., 2015).

Por isso, em 2003, a Embrapa Meio-Norte abordou a pesca de caranguejo na região, com financiamento do Banco do Nordeste. O trabalho realizou um diagnóstico da cadeia produtiva, identificando locais de captura, artes de pesca, pontos de embarque e desembarque, métodos de transporte, preço de comercialização. Também foi realizado um diagnóstico socioeconômico dos catadores de caranguejo, identificando composição e renda familiar, faixa etária, escolaridade e condições de moradia (Legat; Puchnick, 2011). O resultado permitiu identificar a realidade do setor e serviu para priorizar as ações de pesquisa da Embrapa Meio-Norte, de capacitação do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), e as ações sociais dos governos do Piauí e Maranhão relacionadas à cadeia produtiva. O projeto ainda estimou a Captura por Unidade de Esforço (CPUE), obtida pela quantidade de caranguejos coletados/pessoa/dia, variando entre 14,6 e 22,6; verificou-se que apenas os machos eram capturados e que tinham tamanho médio superior ao das fêmeas.

Entre os anos de 2009 e 2010, a equipe avaliou a composição da população, a densidade de indivíduos por metro quadrado, os períodos reprodutivo e de ecdise. Essas informações foram apresentadas aos órgãos ambientais e serviram para subsidiar a elaboração do plano de gestão do caranguejo-uçá em 2017, elaborado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Em 2014, a Unidade – em parceria com a Comissão Ilha Ativa, Universidade Estadual do Piauí (Uespi), Universidade Federal do Piauí (Ufpi), ICMBio e Prefeitura de Ilha Grande, com financiamento do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) – realizou o monitoramento do desembarque do caranguejo-uçá nos portos de Ilha Grande, a maior ilha do Delta do Parnaíba. O estudo concluiu que mensalmente são desembarcadas 12 mil cordas de caranguejo (cada corda contém quatro indivíduos), totalizando 576 mil caranguejos desembarcados entre os anos de 2014 e 2015 (Fogaça et al., 2015).

Ações voltadas à cadeia produtiva do caranguejo-uçá também foram executadas pela Embrapa Amapá. Entre 2009 e 2010, foi realizado levantamento do tamanho de captura e sua conformidade com a legislação que exige largura de carapaça maior que 60 mm para caranguejos coletados, a fim de garantir sua reprodução, dos locais de pesca e comercialização da espécie, além do preço praticado. Foi constatado que os animais eram coletados em todo o Amapá, exceto no período de defeso, quando o caranguejo comercializado era procedente do Pará por causa da proibição de captura naquele estado. Também foi constatado que o tamanho de carapaça estava dentro do limite permitido e que o preço de venda dependia da demanda e oferta do produto. Em 2014, a mesma equipe realizou estudo sobre a bioecologia do caranguejo-uçá no Amapá. Foram observadas maiores densidades de caranguejos por toca e maior abundância de indivíduos por metro quadrado durante o verão, maior razão machos/fêmeas (1:38/1), maior tamanho de captura comparado a outros trabalhos, maior frequência de fêmeas ovígeras e maduras nas classes de largura de carapaça entre 59,8 mm a 67,5 mm, com maior pico reprodutivo nos meses de maio a agosto (Amaral et al., 2014). Essas informações foram (e são) importantes para o estabelecimento de programas de gestão da pesca do caranguejo na região.

Todos esses estudos visam aumentar o conhecimento técnico-científico com relação aos recursos pesqueiros e seus usos, caracterizando a pesca artesanal. Por isso, em 2010, a equipe da Embrapa Amapá executou diagnóstico para caracterização da pesca artesanal no estado, visando conhecer sua realidade e propor soluções para a sua melhoria (Silva; Dias, 2010). A região possui localização geográfica privilegiada quanto ao Rio Amazonas e Oceano Atlântico, os quais

influenciam os pescadores. O diagnóstico concluiu que a atividade extrativista pesqueira tradicional é fundamentalmente do tipo artesanal e pouco competitiva frente à praticada na região por embarcações industriais de outros estados do Brasil e até mesmo de outros países. Foram apresentados problemas com relação à questão fundiária, organização social dos pescadores, indústrias de pesca e produção pesqueira do estado. Sugeriu-se que a base de desenvolvimento para o setor é dependente de melhorias de infraestrutura, tais como: investimentos em frota pesqueira, modernização e construção de portos de desembarque modernos e adequados, conhecimento confiável da estatística de desembarque de todo o pescado, além da melhoria nos métodos de processamento do pescado que em geral é comercializado in natura ou salgado. Assim, a partir dessas informações, poderiam ser elaboradas políticas adequadas para a pesca artesanal na região.

Cata de moluscos

Outra atividade pesqueira objeto de estudo pela Embrapa Meio-Norte foi a coleta de moluscos ou mariscagem. Em 2010, a Embrapa avaliou as principais espécies de moluscos coletadas no estuário dos rios Cardoso e Camurupim por meio de entrevistas aos marisqueiros e acompanhamento de pescarias (Legat et al., 2010). Foram identificadas sete espécies de moluscos bivalves e três pontos de coleta ao longo do litoral piauiense, nos quais 165 marisqueiros praticavam a pesca durante todo o ano. As espécies de ostra nativa (*C. rhizophorae* e *C. gasar*) eram coletadas nos meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro, quando ocorria maior fluxo de turistas na região. A coleta de *Mytella charruana* era eventual, dependendo de sua presença no estuário, com maior abundância entre os meses de outubro a dezembro. Já a cata de *Mytella guyanensis* ocorria ao longo do ano. A *Anomalocardia brasiliiana* destacou-se como a principal espécie capturada, sendo a única utilizada tanto para o consumo quanto para a venda. As espécies *Iphigenia brasiliiana* e *Tagelus plebeius* foram caracterizadas como pesca acompanhante da coleta de *A. brasiliiana*.

Desde 2007, a Embrapa Meio-Norte realiza ações com relação ao processamento de mariscos, apoiando a Associação de Marisqueiras e Filetadeiras de Luís Correia, a Associação de Catadores de Marisco de Ilha Grande e grupos de marisqueiras em Barra Grande, todos no Piauí. Em 2010, a composição e o rendimento (8%) da carne da *A. brasiliiana* foram determinados (Freitas et al., 2010). Em 2012, foi realizado diagnóstico sobre o conhecimento tradicional das marisqueiras, concluindo-se que elas realizam um manejo do recurso pautado pela coleta de animais maiores, revezando os locais de coleta, mostrando também que a mariscagem

é uma atividade tradicional familiar local (Freitas et al., 2012). Em 2014, para melhorar a qualidade microbiológica e sensorial dos mariscos, testes de depuração foram realizados em parceria com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e a Comissão Ilha Ativa, estabelecendo-se que uma depuração de 24 horas em água potável, em sistema estático, é eficiente na eliminação de areia e de 99% da carga microbiana no produto (Santos et al., 2016b).

Pesca artesanal de peixes

Com relação à pesca de peixes estuarinos, marinhos e elasmobrânquios, a Embrapa Meio-Norte realizou o monitoramento sobre a captura de peixes em currais de pesca no litoral do Piauí (Mai et al., 2012). Foram monitorados três currais de pesca, durante as despescas diurnas e noturnas, entre dezembro de 2008 a novembro de 2009. Foram registradas 117 espécies de peixes pertencentes a 41 famílias. Não houve diferença significativa para o peso médio das capturas entre as estações de chuva e seca, entre os períodos diurno e noturno, e entre as fases de lua cheia e lua nova. Estimou-se que cada curral de pesca gera uma produção anual de 1,2 tonelada de peixe, da qual 79,0% são constituídos por espécies de importância comercial para o estado do Piauí.

Nessa mesma linha, o Projeto Sociobiodiversidade da Ilha (já citado anteriormente) realizou o monitoramento da pesca marinha na Pedra do Sal, em Parnaíba, PI. Foram identificadas 40 embarcações/mês que realizam a pesca, 79 espécies pertencentes a 37 famílias, sendo as de maior importância comercial: *Lutjanus jocu*, *Megalops atlanticus*, *Scomberomorus cavalla*, *Centropomus undecimalis* e *Cynoscion acoupa*. Para as espécies não comerciais, 14 famílias foram registradas, incluindo espécies ameaçadas de extinção capturadas acidentalmente, como cação-lixia (*Ginglymostoma cirratum*), mero (*Epinephelus itajara*) e cação-martelo (*Sphyrna* sp.). No que diz respeito aos aparelhos de pesca utilizados, foram registrados nove apetrechos: linha de mão, rede de emalhe, tarrafa, rabadela, grozeira e lanchinha, ressaltando-se que rede de emalhar e linha representaram 74,45% dos apetrechos usados na produção total.

Mais recentemente, em 2015, com patrocínio da Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental, foi realizado um estudo sobre a pesca no estuário dos rios Timonha e Ubatuba (Pereira; Rocha, 2015). O trabalho foi executado pela organização não governamental (ONG) Comissão Ilha Ativa, com parceira da Embrapa Meio-Norte, Ufpi, Uespi, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Associação de

Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (Aquasis) e ICMBio. O principal produto do projeto foi a elaboração e lançamento público da *Carta-Proposta dos Encontros de Pesca dos rios Timonha e Ubatuba*, cujas propostas incluem ações voltadas ao ordenamento e zoneamento da atividade pesqueira no estuário, a melhoria da renda e da qualidade de vida das famílias dos pescadores das comunidades localizadas nessa região (Pereira; Rocha, 2015). Os resultados apontaram: a) menor esforço de pesca em localidades mais próximas a zonas costeiras; b) a tainha (*Mugil curema*) foi identificada como espécie capturada quase exclusivamente por rede e representando 50% da abundância entre as espécies capturadas por esse sistema; e c) quanto à diversidade do ambiente, identificaram-se 127 espécies. Foram realizados também estudos sobre a reprodução: os bagres (*Sciades herzbergii* e *Aspistor luniscutis*) apresentaram condição de desova ao longo de todo o período de amostragem (agosto de 2014 a junho de 2015) e cuidado parental (incubação de ovos na boca), necessitando de maior tempo de defeso; para a tainha, há indícios de que seu tamanho médio de primeira maturação seja a partir de 23 cm, tanto para machos quanto para fêmeas. Além desses estudos relacionados à pesca, também foi realizado o monitoramento dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água do estuário. Essas informações poderão contribuir com a elaboração do plano de manejo da Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Parnaíba, onde o estuário está inserido.

Ações institucionais

Apesar de todas essas ações realizadas desde 2003, somente em 2009, com o advento da Lei nº 11.958, de 26 de junho, que criou a Embrapa Pesca e Aquicultura, é que a Empresa entrou oficialmente no rol das instituições brasileiras que diretamente contribuem para o desenvolvimento sustentável da pesca. Essa Unidade iniciou suas atividades a partir da articulação do Projeto Aquapesquisa, financiado pelo antigo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), com a proposta de construir um significativo banco de dados contendo informações de instituições públicas, privadas e não governamentais que atuassem no setor da pesquisa e desenvolvimento científico, do ensino e da extensão rural, pesqueira e aquícola. O produto final do Aquapesquisa foi a elaboração do documento intitulado *Diagnóstico Estratégico de Instituições Demandantes e Ofertantes de Tecnologia em Pesca e Aquicultura* (Rebelatto Junior et al., 2013), que identificou 3.479 instituições brasileiras que atuam na área. Para melhor delineamento da rede sociotécnica existente, foi construído cadastro dos profissionais mapeados, tipificados de acordo com suas respectivas áreas de atuação. O projeto pretende manter uma atualização

periódica dos dados, o que permite sua ampliação no futuro, no acompanhamento da evolução do setor. O diagnóstico também identificou os gargalos da cadeia produtiva do pescado, permitindo maior direcionamento para as instituições atuantes do setor na geração de tecnologias (sobretudo sustentáveis) e que proponham ações de intervenção, principalmente para os públicos menos consolidados (Rebelatto Junior et al., 2014).

Pensando nesse contexto, para definir melhor as informações sobre o setor pesqueiro nacional, foi organizado o *Prospesque*, em junho de 2012, em Palmas, TO, com o objetivo de planejar estrategicamente a tomada de decisões voltadas à geração e transferência de tecnologias para o desenvolvimento sustentável da pesca (Lima et al., 2012). Participaram 50 especialistas, representando proporcionalmente as regiões do País e quatro modalidades do setor pesqueiro, a saber: pesca artesanal continental, pesca artesanal marinha, pesca esportiva e pesca industrial. Com essa heterogeneidade de atores, foi possível debater sobre as principais demandas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico que o setor enfrenta de forma equitativa. Essa reunião técnica originou o documento *Relatório técnico do Seminário Nacional de Prospeção de Demandas da Cadeia Produtiva da Pesca PROSPESQUE* (Lima et al., 2012), que, dentre as perspectivas de análise, identificou os principais eixos de pesquisa para o desenvolvimento sustentável da pesca marinha artesanal: a) carência de monitoramento e geração atualizada de dados estatísticos da pesca para subsidiar políticas públicas; b) falta de implementação de um plano nacional de monitoramento pesqueiro e a necessidade de elaboração de planos de gestão sustentável; c) necessidade de estudos sociais, biológicos, econômicos, ambientais e tecnológicos vinculados à atividade pesqueira (análises econômicas e estudos de custos-benefícios da atividade, estudos sobre a dimensão socioambiental e sua relação com o conceito de sustentabilidade); d) necessidade de obter informações com periodicidade predeterminada sobre a cadeia produtiva para monitoramento e orientação de políticas públicas; e) desenvolvimento de abordagens ecossistêmicas para avaliar a sustentabilidade dos estoques explorados; f) necessidade da formação de redes colaborativas de pesquisa e desenvolvimento para a pesca em todo País, para articular a construção de projetos que visem modificações profundas no cenário da pesca nacional com vistas à sustentabilidade.

Inserção do pescado na alimentação escolar

Outro projeto que trouxe uma solução aplicável para o acesso de pescadores artesanais aos mercados alternativos foi o Transferência de tecnologia para inserção de pescado produzido pela agricultura familiar na alimentação escolar. Nele

foi articulada uma estratégia de comercialização para o público das colônias de pescadores, baseada na valorização das competências institucionais voltada ao desenvolvimento local; envolvimento e planejamento conjunto entre instituições públicas, privadas e beneficiários em todos os níveis; capacitação para adoção de tecnologias, gestão de empreendimentos associativos e segurança alimentar. Essas ações garantiram o acesso de pescadores em políticas de compras governamentais, além de proporcionar um alimento de qualidade (peixe) aos públicos beneficiários, tais como: escolas públicas, asilos, centros de reabilitação e demais instituições que atuam com população vulnerável (Sousa et al., 2016).

Gestão da pesca

Ainda no intuito de trabalhar as demandas da pesca artesanal, a Embrapa Pesca e Aquicultura desenvolveu um estudo no sul do estado da Bahia, na região de Valença, que avaliou a dinâmica da pesca, a produtividade e a composição de captura das cinco principais modalidades praticadas pela frota motorizada da região, sob a percepção dos pescadores. Esse levantamento serviu como base para ações que visaram aumentar o conhecimento das comunidades pesqueiras sobre sua realidade e empoderá-las, para maior protagonismo na definição de suas aspirações e capacidades, bem como ampliando a participação dos pescadores em diferentes estágios da construção de políticas do setor (Silva, 2014).

Qualificação do pescado

Para fomentar o acesso do pescador aos mercados, também é preciso qualificar o produto. Por isso, a Embrapa Meio-Norte participou do projeto para industrialização do caranguejo-uçá, visando maior renda ao catador e melhor qualidade microbiológica ao produto processado em uma indústria com o selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF) no Piauí. Ainda sobre a qualidade do caranguejo, a Unidade avaliou a composição nutricional e a aceitação sensorial do crustáceo coletado em diferentes localidades na APA Delta do Parnaíba, concluindo que o caranguejo proveniente de locais com maior salinidade (>32 usp) tem melhor sabor por causa do maior conteúdo mineral (Silva et al., 2014). O perfil das quebradeiras de caranguejo foi avaliado em diferentes locais de Parnaíba e Ilha Grande, constatando-se que se trata de uma atividade familiar, executada por ambos os sexos, com renda média abaixo do salário mínimo, porém, a condição higiênico-sanitária do produto estava dentro dos padrões exigidos pela legislação (Silva et al., 2017).

Outro fator importante responsável pela redução da qualidade dos alimentos é a presença de contaminantes. Assim, em 2009, a Embrapa Tabuleiros Costeiros determinou a presença de metilmercúrio no zooplâncton e fitoplâncton e de mercúrio em peixes marinhos provenientes da região de Cabo Frio, RJ. O maior teor de Hg foi determinado no músculo do atum e o menor, na sardinha. O MetilHg foi elevando-se conforme os níveis tróficos estudados (plantívoros a carnívoros), enquanto o mercúrio inorgânico (Hg) foi maior na base da cadeia trófica (plâncton) (Silva et al., 2009).

A mesma Unidade avaliou o risco associado ao consumo de peixes marinhos comercializados em Aracaju, Salvador e Maceió, com foco nos teores de metais. Os níveis de chumbo e cádmio determinados nas espécies-alvos do estudo não apresentaram situação de risco ao consumidor das três cidades avaliadas com base na estimativa do índice de risco utilizado nessa pesquisa. Os teores de zinco em todas as espécies encontraram-se abaixo do Limite Máximo Tolerável (LMT) pela legislação brasileira. No entanto, os peixes arabaiana, atum, bagre, cação e dourado apresentaram os níveis mais elevados de arsênio, oferecendo potencial risco de consumo (Santos; Silva, 2015; Leite Junior; Silva, 2016).

Nessa mesma linha de estudo, em 2017, a Embrapa Agroindústria de Alimentos, em parceria com a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (Fiperj), avaliou os níveis de contaminação química no pescado proveniente da Baía de Sepetiba, RJ, em termos de resíduos de agrotóxicos organoclorados (OC) que causam grande impacto por causa da persistência ambiental, bioacumulação e da alta toxicidade; e de contaminantes inorgânicos que podem ocorrer em altas concentrações no meio aquático e possuem um alto poder acumulativo na biota pela ingestão de alimento já contaminado por metais ou pela absorção de minerais a partir da própria água. Foram avaliadas diferentes espécies, como sardinha-bocacorta (*Cetengraulis edentulus*), espada (*Trichiurus lepturus*), tainha (*Mugil liza*), bagre (*Genidens genidens*), anchova (*Pomatomus saltatrix*), guavira (*Oligoplites saurus*) e camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis* e *Litopenaeus* sp.). Foi detectada a presença de resíduos de delta-BHC em 77,74%, de heptacloro em 56,52% e de OC em 71,7% das amostras, incluindo a identificação de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seus metabólitos (diclorodifeniletano – DDD e diclorodifenildicloroetano – DDE) (Castro et al., 2017). Dentre os contaminantes inorgânicos monitorados nesse estudo, arsênio, chumbo e cádmio apresentaram valores acima dos permitidos pela legislação brasileira. Observaram-se valores expressivos (mg/kg) para ferro, zinco e alumínio, respectivamente; 1209,04; 2040,02 e 989,95, e também para níquel de 9233,58 ng/kg. Esse estudo revelou que a baía já demonstra degradação ambiental por causa da presença de contaminantes em pescado (Freitas et al., 2017).

Considerações finais

Essas experiências demonstram a importância das iniciativas da Embrapa e demais órgãos de pesquisa, inovação, extensão e ensino para apoiar e potencializar o desenvolvimento sustentável da pesca, com práticas que podem ser replicadas no Brasil e no mundo, que contribuíram para ordenamento da atividade, manejo das áreas de coletas, controle da sobrepesca e qualificação do produto para garantir o acesso do pescador ao mercado consumidor, contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do País.

Referências

ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* L. (Decapoda, Brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciência**, v. 27, n. 3, p. 110-117, 2002.

ALVES, R. R. N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura), no estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 28, n. 1, p. 36-43, 2003.

AMARAL, K. D. S.; VIEIRA, I. M.; OSÓRIO, F. M.; ROCHA, J. D. M.; LIMA, J. F. Bioecology of the crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Decapoda) in mangroves influenced by the Amazon River, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 44, n. 2, p. 213-222, 2014.

CASTRO, I. M.; ANJOS, M. R.; CALIXTO, F. A. A.; MACHADO, E. S.; CRUZ FILHO, A. G.; FREITAS, S. C. Determinação multirresíduo de agrotóxicos organoclorados em pescado de captura por CG-DCE. In: ENCONTRO NACIONAL, 20.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 6., 2017, Belém. **Segurança e qualidade de alimentos**. Belém, PA: LACEN: UFPA, 2017. 1 CD-ROM.

CHRISTOFOLETTI, R. A.; HATTORI, G. Y.; PINHEIRO, M. A. A. Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals. **Hydrobiologia**, v. 702, n. 1, p. 63-72, 2013.

FAO. Fisheries and Aquaculture Department. **Fishery statistical collections: global production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/en>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

FOGAÇA, F. H. dos S.; ROCHA, F. M. R. da; SOUZA, L. I. de. (Org.). **Saberes para a proteção do extrativismo da Ilha Grande de Santa Isabel**. Parnaíba: SIEART, 2015. 48 p.

FREITAS, S. C. de; CONTE, C.; SILVA, T. dos S.; SIMAS, E. S.; CRUZ FILHO, A. G. da; CALIXTO, F. A. A. Avaliação de metais pesados em pescado da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL, 20.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 6., 2017, Belém. **Segurança e qualidade de alimentos**. Belém, PA: LACEN: UFPA, 2017. 1 CD-ROM.

FREITAS, S. T.; BARROS, R. F. M.; FOGAÇA, F. H. S.; LEGAT, J. F. A.; PAMPLIN, P. A. Z. Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 91-112, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v15n2/06.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

FREITAS, S. T.; FOGAÇA, F. H. S.; LEGAT, J. F. A.; BARROS, R. F. M.; PAMPLIN, P. A. Z. Análise morfométrica das conchas e rendimento da carne de *Anomalocardia brasiliiana* no estuário adjacente da Praia de Barra Grande, Cajueiro da Praia, PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

OCEANOGRAFIA, 3., 2010, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: Associação Brasileira de Oceanografia, 2010. p. 02404-02406.

HAIMOVICI, M. (Org.). **Sistemas pesqueiros marinhos e estuarinos do Brasil**: caracterização e análise da sustentabilidade. Rio Grande: Ed. da FURG, 2011. 104 p.

HAIMOVICI, M.; LEITE, T. S.; MARINHO, R. A.; BATISTA, B.; MADRID, R. M.; OLIVEIRA, J. E. L.; LIMA, F. D.; CANDICE, L. As pescarias de polvos do Nordeste do Brasil. In: HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J. M.; SUNYE, P. S. (Org.). **A pesca marinha e estuarina no Brasil**: estudos de caso multidisciplinares. Rio Grande: Editora da FURG, 2014. p. 147-159.

LEGAT, J. F. A.; LEGAT, A. P.; PEREIRA, A. M. L.; FOGACA, F. H. dos S.; COLIN, F. N. Levantamento das principais espécies de moluscos bivalves capturadas no Estado do Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3., 2010, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: Associação Brasileira de Oceanografia, 2010. p. 00876-00878.

LEGAT, J. F. A.; PUCHNICK, A. L. Sustentabilidade da pesca do caranguejo-uça, *Ucides cordatus* na área de proteção ambiental do Delta do Rio Parnaíba. In: XIMENES, L. J. F. (Org.). **Ciência e tecnologia para aquicultura e pesca no nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2011. v. 8, p. 167-192.

LEITE JUNIOR, F. de S.; SILVA, C. A. Avaliação do risco de consumo de peixes marinhos comercializados em Aracaju, Salvador e Maceió com foco nos teores de metais pesados. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 6., Aracaju, 2016. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016. p. 51. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147695/1/Avaliacao-do-risco.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

LIMA, A.; PRYSTHON, A.; ROSA, D. K.; LUIZ, D. de B.; SOUSA, D.; ROUTLEDGE, E. A. B.; MATAVELI, M.; UMMUS, M.; CRUVINEL, P.; BARROSO, R.; MATTOS, S. M. G. de; SOARES, S. **Relatório técnico do Seminário Nacional de Prospecção de Demandas da Cadeia Produtiva da Pesca PROSPESQUE**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 88 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122526/1/CNPASA-2012.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2017.

MAI, A. C. G.; SILVA, T. F. A.; LEGAT, J. F. A. Assessment of the Fish-weir fishery of the coast of Piauí State, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 45, n. 2, p. 40-48, 2012.

NAÇÕES UNIDAS. **Goal 14**: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources. Disponível em: <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/oceans/>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

NASCIMENTO, D. M.; ALVES, R. R. N.; BARBOZA, R. R. D.; SCHMIDT, A. J.; DIELE, K.; MOURÃO, J. S. Commercial relationships between intermediaries and harvesters of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in the Mamanguape River estuary, Brazil, and their socio-ecological implications. **Ecological Economics**, v. 131, p. 44-51, Jan. 2017.

NASCIMENTO, D. M.; FERREIRA, E. M.; BEZERRA, D. M. M. S. Q.; ROCHA, P. D.; ALVES, R. R. N.; MOURÃO, J. S. Capture techniques' use of *caranguejo-uçá* crabs (*Ucides cordatus*) in Paraíba state (northeastern Brazil) and its socio-environmental implications. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 4, p. 1051-1064, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aabc/v84n4/aop8112.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

PEREIRA, A. M. L.; ROCHA, F. M. R. (Org.). **A pesca no estuário do Timonha e Ubatuba**. Parnaíba: Siart, 2015. 100 p.

REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; PRYSTHON, A.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S. de; SOARES, S. S. Diagnóstico estratégico de instituições ofertantes e demandantes de tecnologias

em pesca e aquicultura – Projeto Aquapesquisa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 18., 2013, Paulo Afonso. [Anais...]. Paulo Afonso: Ed. Unep, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166683/1/CNPASA-2013-conbep.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2017.

REBELATTO JUNIOR, I. A.; FLORES, R. M. V.; LIMA, A. F.; SILVA, A. P.; ROSA, D. K.; PINHO, M. S.; SOARES, S. S. Strategic diagnosis of institutions suppliers and demanders of technology in fisheries and aquaculture. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. NB5-NB8, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120413/1/cnpasa-2014-bjast.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

SANTOS, L. C. M.; PINHEIRO, M. A. A.; DAHDUOH-GUEBAS, F.; BITENCOURT, M. D. Population status and fishery potential of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) in North-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-11, Sep. 2016a. DOI: 10.1017/S0025315416001259.

SANTOS, R. V. dos; FOGAÇA, F. H. S.; PEREIRA, A. M. L.; MIZEL, F. H.; RODRIGUES, L. A.; MAGALHÃES, J. A. Depuration of *Anomalocardia brasiliensis* to increase the value of shellfish collected on the Piauí Coast, Brazil. In: IUFOST 2016: World Congress of Food Science and Technology, 18., 2016, Dublin. **Greening the global food supply chain: through innovation in food science and technology: congress proceedings**. [Dublin]: IFSTI 2016.

SANTOS, S. O.; SILVA, C. A. da. Determinação dos metais ferro e zinco em peixes marinhos comercializados em Aracaju, SE, Salvador, BA e Maceió, AL. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 5., 2015, Aracaju. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 102-109. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131750/1/Determinacao-dos-metais.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SILVA, A. P. Pesca artesanal e empresas de petróleo: a abordagem participativa como proposta de desenvolvimento no Baixo-Sul da Bahia, Brasil. **Cadernos Gestão Social**, v. 5, n. 1, p. 13-29, 2014.

SILVA, C. A.; TESSIER, E.; SILVA-FILHO, E. V.; WASSERMAN, J. C. F. A. Biomagnificación del mercurio em la cadena pelágica marina de la región de surgencia de Cabo Frío, RJ, Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DEL MAR, 2., 2009, Vigo. **Resúmenes...** Vigo: Faculdade de Ciências del Mar, 2009. p. 163-164.

SILVA, L. M. A.; DIAS, M. T. A pesca artesanal no Estado do Amapá: estado atual e desafios. **Boletim Técnico Científico do Cepnor**, v. 10, n. 1, p. 43-53, 2010.

SILVA, R. S.; MENDES, W.; MAI, M. G.; FOGAÇA, F. H. S.; PEREIRA, A. M. L.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L. Caracterização do processamento artesanal da carne de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* e perfil socioeconômico dos quebradores. **Pubvet**, v. 11, n. 6, p. 566-574, 2017.

SILVA, T. F. A.; FOGAÇA, F. H. S.; VIEIRA, S. G. A.; FERREIRA, I. A.; SANTOS FILHO, L. G. A.; MAGALHÃES, J. A.; LEGAT, J. F. A. Physicochemical and sensory quality attributes of the mangrove crab, *Ucides cordatus*, from the Parnaíba River's Delta Environmental Protection Area. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 47, n. 1, p. 102-109, 2014.

SOUSA, D. N.; ALMEIDA, H. C. G.; MILAGRES, C. S. F.; NIEDERLE, P. A. Transferência de tecnologia e estratégias de comercialização do pescado da agricultura familiar para a alimentação escolar: a experiência da Embrapa no Estado do Tocantins. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 54., 2016, Maceió. **Desenvolvimento território e biodiversidade**. Maceió: Ed. UFAL, 2016.

Capítulo 6

Avanços e desafios futuros

Angela Aparecida Lemos Furtado

Fabiola Helena dos Santos Fogaça

Carlos Alberto da Silva

Marcos Tavares-Dias

Alexandre Kemenes

Eric Arthur Bastos Routledge

Introdução

Entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), talvez um dos mais desafiadores para o Brasil e para a Embrapa seja o ODS 14 – Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável – Vida na Água. Esse sistema tão complexo vem sofrendo diversas alterações provocadas pela ação humana, tanto localmente quanto globalmente.

Hoje, presenciamos o desequilíbrio ambiental causado pela produção de gases de efeito estufa, oriunda em boa parte da agropecuária, responsável por 69% destes gases. Em 2015, as emissões brutas do Brasil chegaram a 1,927 bilhão de toneladas de CO₂, 3,5% mais do que o 1,861 bilhão de toneladas registrado em 2014 (Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, 2017). No País, a agricultura baseada no uso elevado de fertilizantes e defensivos agrícolas preocupa, pois, além de contribuir para a poluição do ar, grande parte destes resíduos poluem também os córregos, rios e oceanos. A crise ambiental das últimas décadas tem despertado não apenas a consciência da insustentabilidade das práticas produtivas tradicionais, mas também da possibilidade de nos aliarmos à natureza em busca da segurança alimentar (International Policy Centre for Inclusive Growth, 2017). Seguindo essas orientações, novos métodos de produção, o aprimoramento de tecnologias tradicionais, o aproveitamento integral do pescado produzido e a manutenção da qualidade do ambiente são apontados como fundamentais para assegurar a sustentabilidade da produção de um alimento nutritivo e seguro (Barroso; Wiefels, 2010).

É papel da Embrapa propor mudanças nos sistemas produtivos vigentes para um modelo sustentável guiado pela integração ecossistêmica e valorização dos recursos naturais renováveis. Nesse ponto, são imprescindíveis estudos e

tecnologias para conservação dos ecossistemas e sua biodiversidade, para o desenvolvimento de sistemas produtivos aquícolas ambientalmente amigáveis e para sustentabilidade da pesca.

Recursos marinhos, impactos e gestão

As pesquisas e ações descritas no [Capítulo 3](#) tratam especificamente de recursos do mar (biológicos, genéticos e biotecnológicos), impactos antrópicos e gestão de dados de biodiversidade e ambientes marinhos costeiros, como subsídios aos planos de gestão em unidades de conservação e parques aquícolas. Pode-se observar relevante avanço do conhecimento com relação à identificação genética da biodiversidade de caranguejos, lagostas e camarões nativos; à cadeia produtiva do caranguejo-uçá no Norte e Nordeste do Brasil e à bioprospecção de compostos ativos a partir de recursos marinhos.

Dentre os resultados mais significativos, estão a metodologia de transporte do caranguejo-uçá e o plano de manejo para Reserva Extrativista (Resex) do caranguejo, na Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Rio Parnaíba, exemplos de projetos desenvolvidos pela Embrapa que culminaram na elaboração de políticas públicas. Diante desses produtos, podemos concluir que a Embrapa já atua para a conservação dos recursos marinhos, em diferentes linhas e dentro dos portfólios já existentes em sua plataforma de projetos. Porém, existe uma necessidade de projetos em rede mais fortalecidos, como é o caso da proposta de criação de uma Rede Nacional de Pesquisa e Monitoramento Ambiental da Aquicultura em Águas da União, a qual englobaria diferentes instituições em uma única temática, dando suporte às agendas governamentais. O gerenciamento de dados da biodiversidade e estudos de gestão ambiental, monitoramento de indicadores geoespaciais, modelagem de fluxo de detritos e eventos de inundação também devem estar presentes nos projetos relacionados à conservação de mares e oceanos.

Aquicultura

Assim como na gestão de recursos naturais, grande parte dos problemas ambientais atribuídos à aquicultura podem ser identificados e minimizados por soluções oferecidas pela Embrapa, por meio de mudança de determinadas práticas de manejo ou pelo desenvolvimento de novas tecnologias (Tucker; Hargreaves, 2008), como as descritas no [Capítulo 4](#).

A Embrapa deu o primeiro passo fomentando o projeto Bases Tecnológicas para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura no Brasil (Aquabrazil) e a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Piscicultura Marinha (Repimar), participando das redes de Pesquisa em Carcinicultura do Nordeste (Recarcine), de Carcinicultura Nacional (Recarcina) e a Rede Ostras Nativas. Os projetos inseridos nessas redes contribuíram para o fortalecimento das cadeias produtivas do camarão marinho, bijupirá e ostras nativas, principalmente formatando modelos técnicos produtivos e identificando os problemas associados à sua produção, processamento e comercialização.

No entanto, com exceção à carcinicultura, as demais cadeias produtivas ainda não possuem um modelo bem estruturado, o que é interessante do ponto de vista técnico, pois é possível fomentar um sistema ambientalmente amigável, porém, é necessário um aporte maior de investimentos e de recursos humanos para unir esforços em torno dessas espécies.

Mesmo na temática de ciência e tecnologia do pescado, atrelada à biotecnologia – na qual se observa a atuação de pesquisadores em diferentes Unidades e formação profissional para a produção de colágeno e compostos orgânicos a partir de resíduos de filetagem de pescado, produção de produtos alimentícios a partir da carne mecanicamente separada (CMS) de pescado, e qualificação do pescado em termos de contaminação por resíduos de agrotóxicos, metais pesados, hidrocarbonetos e outras substâncias nocivas para a preservação das espécies e para a segurança alimentar da população –, ainda existe um longo caminho a trilhar, comparando-se o desenvolvimento do Brasil com as tecnologias disponíveis mundialmente para maricultura.

A primeira etapa a ser desenvolvida são os estudos básicos, fundamentais para compreensão sobre o funcionamento do ecossistema aquático, no qual as atividades são desenvolvidas, e as inter-relações com o sistema de produção e, conseqüente, consolidação da maricultura. Um dos principais pontos a serem estudados é o monitoramento de parâmetros ambientais, essencial para melhorar as práticas de manejo e diminuir os impactos das atividades produtivas (Silva et al., 2015).

Por isso, os projetos da Embrapa relacionados à maricultura devem trabalhar as Boas Práticas de Manejo (BPM), na sua conceituação original, práticas validadas por meio de métodos efetivos, para reduzir impactos ambientais, sendo compatíveis com os objetivos do manejo dos recursos naturais sustentáveis (Hairston Junior et al., 1995). Em algumas situações, uma única prática pode resolver o problema, porém, frequentemente, o monitoramento ambiental e um conjunto de práticas

são necessários para garantir a eficiência no manejo. Diversos setores produtivos buscam nas práticas de manejo o melhor caminho para a melhoria da produção, a redução do uso de insumos externos e a obtenção de mais lucro, além de atender ao mercado cada vez mais exigente por pescado produzido em sistemas ambientalmente corretos e socialmente responsáveis, buscando, com isso, diminuir, de forma racional, a intensidade da exploração dos recursos pesqueiros naturais.

Outras linhas a serem desenvolvidas no campo da inovação dos métodos de produção sustentáveis são: a aquicultura integrada multitrófica (integrated multi-trophic aquaculture – Imta) e os sistemas heretróficos ou bioflocos (BFT) que utilizam técnicas de manejo em múltiplas escalas de espaço e de organismos. O Imta tem recentemente recebido atenção especial por parte da comunidade científica internacional como uma proposição para a mitigação dos efluentes e resíduos da aquicultura. Essa integração incluiu: criação de peixes ou crustáceos que consomem ração; espécies que absorvem nutrientes inorgânicos (C, P e N), como as algas; espécies filtradoras de matéria orgânica em suspensão/dissolvida, como os moluscos; e espécies bentônicas detritívoras, como os poliquetas (Soto, 2009; Troell et al., 2009).

Os projetos Bases ecológicas para a produção sustentável de ostras nativas no Norte e Nordeste do Brasil e Ações estruturantes e inovação para o fortalecimento das cadeias produtivas da Aquicultura no Brasil, aprovados em 2017, já visam adotar as boas práticas de manejo, o monitoramento ambiental e os sistemas multitróficos de produção, apoiando as ações da Embrapa para o desenvolvimento de sistemas produtivos sustentáveis.

Reforçando a lógica de sistemas produtivos mais eficientes, um dos maiores desafios para o desenvolvimento da maricultura brasileira é a necessidade de equipamentos e sistemas automatizados que possam tornar mais seguro e menos braçal todos os processos de produção aquícola no ambiente marinho. Hoje, são poucas as empresas que produzem equipamentos e outros tipos de estruturas para criação no mar, sem contar que não existem barcos adequados para apoio no manejo e balsas que possam dar segurança e apoio logístico. O potencial de desenvolvimento da maricultura em locais menos abrigados em mar aberto dependerá de toda uma cadeia ainda incipiente no Brasil.

Sustentabilidade da pesca

A sustentabilidade da pesca, conforme resultados descritos no [Capítulo 5](#), permeia desde os diagnósticos da atividade, passando pelos estudos de bioecologia e pesca

propriamente ditos, monitoramento do embarque e desembarque para elaboração de estatísticas pesqueiras, estudos sobre a reprodução das espécies, até formas de processamento e comercialização, visando à segurança do alimento, maior aproveitamento do pescado e melhor rentabilidade ao pescador, além da qualificação dos produtos com análise da presença de contaminantes químicos em pescado.

Apesar do avanço no conhecimento e da contribuição da Embrapa para elaboração dos planos de manejo da pesca, ainda existem muitas lacunas a serem pesquisadas, dentre elas está a recuperação dos estoques de peixes sobre-explorados por meio da redução da pressão da pesca. Outro desafio fundamental está no uso mais sustentável dos recursos marinhos existentes, ao mesmo tempo que se conserva o ecossistema do qual eles dependem, que exigirá ações científicas e gerenciais (Dane, 2016).

Outro problema está em como gerenciar os recursos marinhos locais frente à pressão exercida pelo esforço de pesca dos países desenvolvidos realizado na costa de países em desenvolvimento. O problema é grave porque a maioria desses estoques sustenta pescarias de pequena escala críticas para a segurança alimentar nos países em desenvolvimento. Infelizmente existem mais pesquisas voltadas à conservação da biodiversidade e manutenção da rentabilidade econômica da pesca do que com a segurança alimentar das populações que vivem da pesca artesanal (La pesca..., 2014). É necessário desenvolver ferramentas gerenciais eficientes para pesca artesanal e exigir que os países em desenvolvimento promovam uma pesca industrial sustentável, apoiada na avaliação de estoque pesqueiro e na manutenção da biodiversidade marinha (Hazin, 2015).

Panorama das contribuições da Embrapa e potencialidades

O panorama dos resultados apresentados mostra que a maioria está associada ao avanço do conhecimento. A falta de tecnologias geradas para maricultura e pesca é fruto da complexidade dessas atividades, do perfil multiusuários desses ecossistemas e da falta de envolvimento do setor público na temática. Isso se reflete na Embrapa, das 42 Unidades, apenas sete possuem resultados que podem colaborar com as metas deste ODS. Entretanto, outras Unidades Descentralizadas da Embrapa podem e devem contribuir de uma forma mais participativa com esta temática, seja diretamente no Portfólio de Aquicultura, ou por meio de parcerias com as Unidades que já têm o mar presente em sua agenda.

Dentre as competências que a Empresa poderá assumir, estão: a) ações relacionadas à conservação da biodiversidade e prospecção de biomoléculas de interesse agroindustrial; b) gerenciamento de dados e monitoramento geoespacial; c) monitoramento da pesca; d) desenvolvimento de sistemas produtivos marinhos; e) aproveitamento integral do pescado; f) avaliação da qualidade e segurança do pescado; e g) articulações institucionais nacionais e internacionais para garantir o direito do mar ao Brasil (em seus aspectos técnico-científicos, gerenciais e territoriais). Em um cenário de cortes orçamentários e falta de pesquisadores especialistas em pesca e aquicultura marinhas, a Embrapa precisará de uma agenda bem estruturada e institucionalizada para responder a todas essas demandas, colaborando com o cumprimento das metas deste ODS – Vida na água.

A Embrapa (2015), em seu *VI Plano Diretor*, que compreende o período de 2014 a 2034, evidenciou o alinhamento do seu trabalho ao compromisso internacional com os ODS. Os cinco eixos de impacto do *VI Plano Diretor* da Embrapa (*Avanços na Busca da Sustentabilidade, Inserção Estratégica e Competitiva na Bioeconomia, Contribuições a Políticas Públicas, Inserção Produtiva e Redução da Pobreza e Posicionamento na Fronteira do Conhecimento*) têm alinhamentos claros com todos os 17 ODS.

Os eixos de impacto referem-se às principais transformações que a Embrapa espera alavancar na agricultura e na sociedade brasileira com a execução de seu Plano Diretor. No caso do ODS 14, este compromisso fica mais evidente em quatro dos 12 Objetivos Estratégicos (OE) estabelecidos no Plano Diretor, quais sejam: aproveitamento sustentável dos biomas brasileiros (OE1); desenvolvimento de sistemas de produção inovadora visando ao aumento da produtividade (OE6); preocupação com as políticas públicas (OE9); e a geração de conhecimento para a agricultura familiar (OE10). O alinhamento do trabalho da Embrapa com os ODS é uma maneira de a Empresa prestar contas à sociedade e mostrar que pode fazer a diferença na conservação e uso dos mares e oceanos.

Referências

BARROSO, R. M.; WIEFELS, A. C. **Mercado do pescado na região metropolitana do Rio de Janeiro**. Montevideo: INFOPECSA, 2010. 103 p.

DANE, F. (Ed.). **União Europeia, Brasil e os desafios da agenda do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Konrad Adenauer Stiftung, 2016. 208 p. (Série Relações Brasil-Europa, 5).

EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Desenvolvimento Institucional. **VI Plano Diretor da Embrapa: 2014-2034**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 24 p.

HAIRSTON JUNIOR, N. G.; BRUNT, R. A. van; KEARNS, C. M.; ENGSTROM, D. R. Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. **Ecology**, v. 76, n. 6, p. 1706-1711, Sept.1995.

HAZIN, F. H. V. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros**: estatística & monitoramento, pesquisa e ordenamento. [Brasília, DF]: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2015. Disponível em: <brasil.oceana.org/sites/default/files/fabio_hazin_07-07-2015_nocopy.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2017.

INTERNATIONAL POLICY CENTRE FOR INCLUSIVE GROWTH. **Activity report 2016**. Brasília, DF, [2017]. 53 p. Disponível em: <http://www.ipc-undp.org/pub/eng/IPC_IG_Activity_Report_2016.pdf>. Acesso em: 1º dez. 2017.

LA PESCA y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición: un informe del grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición. Roma: Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2014. 132 p. (HLPE Informe, 7). Disponível em: <www.fao.org/3/a-i3844s.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

SILVA, C. E. S.; VIEIRA, R.; KEMENES, A. Monitoramento da qualidade da água no estuário dos rios Timonha e Ubatuba (PI/CE). In: PEREIRA, A. M. L.; ROCHA, F. M. R. (Org.). **A pesca no estuário do Timonha e Ubatuba**. Parnaíba: Sieart, 2015. p. 13-24. Disponível em: <http://www.pescasolidaria.org/publicacoes/a_pesca_no_estuario_do_timonha_e_ubatuba.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2018.

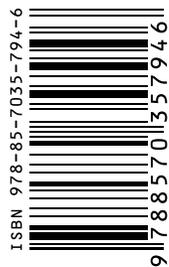
SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Emissões totais**. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em: 1º dez. 2017.

SOTO, D. (Ed.). **Integrate maricultura**: a global review. Rome: FAO, 2009. 194 p. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 529). Disponível em: <www.fao.org/docrep/012/i1092e/i1092e00.htm>. Acesso em: 2 dez. 2017.

TROELL, M.; JOYCE, A.; CHOPIN, T.; NEORI, A.; BUSCHMANN, A. H.; FANG, J.-G. Ecological engineering in aquaculture: potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. **Aquaculture**, v. 297, n. 1-4, p. 1-9, Dec. 2009.

TUCKER, C. S.; HARGREAVES, J. A. (Ed.). **Environmental best management practices for aquaculture**. New York: John Wiley & Sons, 2008. 592 p.

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 14441